Ma-S

HARVARD UNIVERSITY

LIBRARY

OF THE

Museum of Comparative Zoology

STUDIEN

ÜBER

ENTWICKELUNGSGESCHICHTE

DER THIERE

VON

Dr. EMIL SELENKA

PROFESSOR IN ERLANGEN.

VIERTES HEFT.

ERSTE HÄLFTE.

DAS OPOSSUM

(DIDELPHYS VIRGINIANA.)

MIT NEUN TAFELN IN FARBENDRUCK.

WIESBADEN.

C. W. KREIDEL'S VERLAG.

1886.

Tafel XXV folgt mit der zweiten Hälfte dieses Heftes, welche den Schluss der Arbeit über „das Opossum" enthalten wird.

STUDIEN

ÜBER

ENTWICKELUNGSGESCHICHTE

DER THIERE

VON

Dr. EMIL SELENKA

PROFESSOR IN ERLANGEN.

VIERTES HEFT.

ZWEITE HÄLFTE.

DAS OPOSSUM

(DIDELPHYS VIRGINIANA.)

(SCHLUSS).

MIT FÜNF TAFELN IN FARBENDRUCK UND DREI HOLZSCHNITTEN.

WIESBADEN.

C. W. KREIDEL'S VERLAG.

1887.

STUDIEN

ÜBER

ENTWICKELUNGSGESCHICHTE

DER THIERE

VON

Dr. EMIL SELENKA

PROFESSOR IN ERLANGEN.

VIERTES HEFT.

DAS OPOSSUM

(DIDELPHYS VIRGINIANA.)

MIT VIERZEHN TAFELN IN FARBENDRUCK UND DREI HOLZSCHNITTEN.

WIESBADEN.

C. W. KREIDEL'S VERLAG.

1887.

Ma-S

DRUCK VON CARL RITTER IN WIESBADEN.

INHALT.

		Seite
I.	Vorwort	101
II.	Ueberblick über den Entwickelungsverlauf	108
III.	Furchung und Gastrulation	110
IV.	Vergleichende Betrachtung der Furchung und Gastrulation bei den Knochenfischen, Sauropsiden und Mammalien	118
V.	Die Keimblase circa $2^1/_2$ Tag nach Beginn der Furchung	124
VI.	Keimblasen im Alter von 3 Tagen	125
VII.	Entwickelung der Leibesform, der Ei- und Embryonalhüllen	127
	A. Die Granulosa	128
	B. Der Eiweissmantel	129
	C. Das Amnion	130
	D. Das Chorion	134
	E. Entwickelung der Leibesform	139
VIII.	Die Allantois	140
IX.	Gefässsystem und Dottersack	148
X.	Chorda dorsalis	151
XI.	Gaumendrüse	153
XII.	Epidermis und Mundhöhle	156
XIII.	Das Beuteljunge	157
XIV.	Der Uterus	161
XV.	Verwandtschaftliche Beziehungen der Beutelthiere zu den Sauropsida und Mammalia placentalia	162
XVI.	Litteratur	168

I. Vorwort.

Wenn die Wahl meines Themas auch keiner ausdrücklichen Motivirung bedarf, da wir von der Embryologie der Beutelthiere bisher so gut wie Nichts wissen, so will ich doch mit einigen Worten erklären warum ich diesen Gegenstand zum Vorwurf eingehender Untersuchung wählte.

Diesen einleitenden Bemerkungen möge eine kurze Beschreibung folgen, wie die Züchtung verschiedener Beutelthiere leicht und sicher gelingt.

Es ist bekannt, dass die Blätter- und Embryonalanlage bei allen Amnioten in wesentlich gleicher Art vor sich geht: dieselben merkwürdigen Modificationen der primitiven Organanlagen, wie z. B. der Schwund des Gastrulamundes und die Verlegung des Afters auf eine ganz andere Stelle des Embryonalkörpers, das Verstreichen eines Theiles des Urdarms in das Mittelblatt, die Ueberführung der verticalen Embryonalaxe in eine horizontale während der Gastrulation, die Reduction der Chorda- und Coelomsack-Anlagen zu soliden Zellplatten, charakterisiren die Ontogenie sowohl der Sauropsiden als auch der Mammalien. Dazu kommt das Amnion, welches beiden Gruppen gemeinsam ist, ferner die Herausbildung eines provisorischen Dottersack-Kreislaufs, die Entstehung einer Allantois und die Vergänglichkeit der Urniere.

Diese Uebereinstimmung in der Entwickelung ist um so auffallender, als die Mehrzahl der genannten Modificationen und Neubildungen lediglich durch die Anwesenheit eines grossen Nahrungsdotters bedingt erscheint, welcher doch grade im Ei der Mammalien vermisst wird.

Es galt daher, den Uebergängen nachzuspüren, und diese mussten bei den niedrigsten Säugethieren, also den Beutelthieren gesucht werden.

Aber noch aus einem anderen Grunde erschien diese Aufgabe lohnend. Die Säugethiere haben, gegenüber den Sauropsiden, doch auch manche Vervollkommnung der Organe oder selbst Neubildungen aufzuweisen, deren Entstehungsgeschichte wiederum nur aus der Embryologie der Beutelthiere erschlossen werden konnte; ich erinnere an das Zwerchfell, an die Function der Allantois als embryonales Nährorgan, an die complicirtere Gestalt des Gehirns und einiger Sinnesorgane.

Die leitenden Gesichtspunkte lagen also auf der Hand, und es ist nicht der Mühe werth im Speciellen den Voraussetzungen und Erwartungen Raum zu geben, welche mich trotz jahrelanger Bemühungen das erforderliche Material zu beschaffen, immer wieder auf dieses Thema hinführten.

Seitdem ich dann — vor nunmehr $^5/_4$ Jahren — meine Untersuchungen begonnen hatte, ist eine wichtige Thatsache aufgefunden: CALDWELL entdeckte vor Jahresfrist die Anwesenheit eines Nahrungsdotters im Ei der Echidna. Diese Entdeckung erhöhte nur das Interesse, welches mir mein Thema eingeflösst hatte, da auch ich schon vielfache Beziehungen der Didelphier zu den Reptilien nachgewiesen hatte, und niemals habe ich eine Arbeit mit grösserer Spannung und Freude durchgeführt als die vorliegende; denn jede neue Serie von Embryonen bot auch immer neue Belege für die nahe Verwandtschaft der Mammalien mit den Sauropsiden.

Schon während meines Aufenthalts in Brasilien im Sommer 1877 hatte ich mir eine Anzahl der daselbst einheimischen Beutelratten verschafft um ihre Entwickelungsgeschichte zu studiren, aber die Geschlechtsorgane aller Thiere, deren ich habhaft werden konnte, befanden sich im Ruhestand; wahrscheinlich fällt die Brunstzeit der brasilianischen Beutelratte in die Monate Oktober und November, also in den dortigen Frühling. So entschloss ich mich denn, die Züchtung verschiedener Marsupialier in Erlangen zu versuchen. Es war die Frage, welche Arten zur Zucht ausgewählt werden sollten.

Grössere und seltnere Beutelthiere kamen von vornherein nicht in Betracht, theils weil deren Ankaufspreise zu hoch, theils weil dieselben zu schwierig zu beschaffen und unterzubringen sind. Die Monotremata mussten aus diesem Grunde ausgeschlossen bleiben, und so richtete ich mein Augenmerk in erster Linie auf die Arten des Genus Didelphys, und zwar aus folgenden Gründen.

Fossile Schädelfragmente mit ähnlicher Bezahnung wie sie die lebenden Didelphys-Arten aufweisen, gehören, wenn auch nicht zu den allerfrühesten, so doch zu den älteren Vorkommnissen von Säugethieren; man durfte daher wohl hoffen, dass ihre recenten Formen auch in der Ontogenie die ursprünglichen Charaktere der älteren Implacentalia treuer bewahrt haben würden als die Mehrzahl der übrigen Beutelthiere, deren Gebiss allein schon auf eine weitere Differenzirung hinweist. Diese Vermuthung findet eine Stütze in der freilich nicht ganz sicher begründeten, aber doch wahrscheinlich richtigen Annahme, dass die Urheimath der (implacentalen) Säugethiere der Norden der alten Welt und Amerikas gewesen sei. Gemäss dieser Ansicht wären die nordamerikanischen Beutler nahezu an ihrem Stammsitze verblieben, während die recenten Implacentalien Australiens sich zugleich mit der Entfernung von ihrer Urheimath immer weiter umbildeten; der Umstand, dass die Arten der Gattung Didelphys im erwachsenen Zustande noch eine Kloake aufweisen, spricht ebenfalls für die Berechtigung dieser Ansicht. Endlich bestimmte mich noch die Thatsache, dass die Beutelratten zahlreiche Junge zur Welt bringen, indess die australischen Arten meist nur ein, selten mehrere Junge werfen.

Dankend hebe ich hervor, dass mir von Seiten der **Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin** eine namhafte Summe zugewendet wurde, welche allein mich in den Stand setzte das erforderliche Untersuchungsmaterial anzuschaffen.

Durch die freundlichen Bemühungen des Herrn CARL HAGENBECK in Hamburg erhielt ich zuerst eine grosse Zahl der nordamerikanischen Didelphys virginiana, SHAW. Nachdem ich die Embryologie dieser Thiere kennen gelernt, verschaffte ich mir hauptsächlich durch den gütigen Beistand des Herrn Collegen Dr. R. VON LENDENFELD in Sydney, noch eine Anzahl australischer Marsupialier, nämlich folgende Arten:

Hypsiprymnus penicillatus, WATERH.	(8 Pärchen),
Phalangista vulpina, DESM.	(2 Pärchen),
Phalangista orientalis, WATERH.	(5 Pärchen).

Die ersten beiden Species paarten sich in der Gefangenschaft und lieferten mir vortreffliches, wenn auch spärliches Untersuchungsmaterial, die letzteren, obwohl die Thiere zum Theil erwachsen, zeigten bis jetzt noch keine Lust sich zu begatten. Die brasilianische Didelphys cancrivorus hatte ich schon vor Jahren lange Zeit in Gefangenschaft gehalten, aber die Thierchen starben eines nach dem anderen bevor sie geschlechtsreif geworden waren. Erwachsene Exemplare dieser Art gedeihen jetzt zwar seit $^3/_4$ Jahren sehr gut in meinem Stalle, sind aber noch nicht brünstig geworden.

Am Schlusse dieser Arbeit komme ich auf die Embryologie der genannten australischen Species zurück; vorläufig werde ich nur die Entwickelungsgeschichte der Didelphys virginiana eingehender behandeln, da nur diese Art eine ziemlich vollständige Entwickelungsreihe lieferte.

Ich will nun ausführlicher beschreiben, welche Vorsichtsmaassregeln bei der Züchtung von Didelphys virginiana zu beobachten sind, und auf welche Weise die Begattung am leichtesten in Scene gesetzt und controlirt werden kann.

Zahlreiche Exemplare sind in einem, nicht eben grossen Stalle untergebracht, welcher den Winter hindurch mittels eines sog. amerikanischen Ofens Tag und Nacht geheizt wurde; die Temperatur schwankte zwischen 8°—25° C. Von besonderer Wichtigkeit ist eine ausgiebige Ventilation, welche theils durch viele zollgrosse Löcher, die oben in den einander gegenüberliegenden Thüren und auch an der Decke angebracht sind, theils durch ein 8 Cm. weites Rohr bewerkstelligt wird, welches, am Ofenrohr entlang laufend, die kalte Luft von Aussen einsaugt und erwärmt in den Stallraum abgiebt. Auf diese Weise ist es möglich, zahlreiche Thiere in einer kleinen Stallung gesund zu erhalten, was im geschlossenen Raume nicht möglich, weil der unleidliche Gestank des Harns und der Excremente den Thieren ohne Frage schädlich ist. Der aus Cement gefügte und mit Asphalt überdeckte Fussboden des Stalles wurde allmorgendlich gesäubert und mit Wasser abgespült.

Als Futter kam das billige Pferdefleisch zur Verwendung. Ausser reinem Wasser erhielten die Beutelratten auch gelegentlich Eier und Milch, selten Obst.

Den ganzen Tag über findet man die Thiere schlafend. Sie liegen im Heu, auf der Fensterbank, auf Kisten; die Männchen meist isolirt, die Weibchen immer über- und nebeneinander gepfercht. Mit der anbrechenden Nacht werden sie munter und bleiben bis zum Sonnenaufgang auf den Beinen. Im Allgemeinen sind die Beutelratten sehr träge, stupid, und, soweit dies ihre geistige Indolenz erlaubt, furchtsam; wiewohl sie mit ihren zahlreichen spitzen scharfen Zähnen recht gut sich zu vertheidigen im Stande wären, benützen sie diese Waffe doch nur gegen ihresgleichen. Allerdings schnappen sie wohl gelegentlich nach der vorgestreckten Hand, allein mit einiger Vorsicht kann man sie auf dem Kopfe oder Rücken kraulen und an ihrem fast nackten Kletterschwanze in die Höhe nehmen, ohne Gefahr gebissen zu werden. Sobald man in ihre Nähe kommt, sperren sie stets den Rachen weit auf und verbleiben oft minutenlang bewegungslos in dieser Stellung. Aus dem Schlafe geweckt, brummen und knurren sie ziemlich laut.

Mit einbrechender Dunkelheit und zumal des Nachts klettern die Thiere geschickt an Astwerk und Drahtgeflecht umher. Auf der Erde bewegen sie sich sehr rasch; ihr Laufen ist ein behendes watschelndes Trippeln. Zumal die Männchen beissen sich viel unter schrill schnarrendem Knurren, und fast an jedem Morgen findet sich ein oder das andere Thier mit Wunden am Schwanze und an der Schnauze.

Die Weibchen unterscheiden sich äusserlich von den Männchen durch die spitzere schmalere Gestalt der Schnauze und die etwas kleinere Statur. Die Farbe des Pelzes variirt bei beiden Geschlechtern in gleicher Weise: in der Regel sind Unterseite, Kopf, Schwanz und Zehen weiss, die Beine und der Augenring braun, die Ohren schwarz mit heller Spitze; mehrere zweijährige Thiere wurden fast ganz weiss. Für gewöhnlich bekam ich ♂ und ♀ in gleicher Zahl, ein Mal aber neben 24 Männchen nur 6 Weibchen.

Die Brunst der Weibchen tritt normaler Weise nur ein Mal im Jahre ein. Ich beobachtete dieselbe von Ende Februar mit zunehmender Häufigkeit bis etwa Mitte April. Wenn aber den Mutterthieren die Jungen kurz nach dem Gebären aus dem Beutel fortgenommen wurden oder wenn die Begattung, was öfter vorkam, aus Mangel an Geschicklichkeit der Männchen nicht gelang, so können die Weibchen 4—6 Wochen später zum zweiten Male im Jahre brünstig werden, spätestens jedoch Anfang Juni. Die Brunst des Weibchens dauert jedesmal nur 3—5 Stunden! Nur während dieser Zeit zeigen die Thiere Trieb sich zu begatten.

Nachdem eines Morgens die Begattung constatirt war, liess ich die Männchen von den Weibchen durch eine Gitterthür trennen und es zeigte sich bald, dass die Brunst eines Weibchens mit Sicherheit erschlossen werden konnte aus der Munterkeit, welche das Weibchen, sowie fast alle Männchen noch des Morgens zeigten. Zugleich schnüffeln die Thiere viel lebhafter als es sonst wohl der Fall zu sein pflegt, mit emporgestreckter Nase umher, und es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die Männchen durch ihr Geruchsorgan von der Brunst eines Weibchens unterrichtet und dadurch munter erhalten werden. Einige der Männchen lassen dann von Zeit zu Zeit einen eigenthümlichen schmatzenden,

schnalzenden Laut hören, was sonst nie der Fall ist, und geben so ihre Begattungslust zu erkennen. Aber das Weibchen ergiebt sich selten ohne Weiteres; es will erobert sein. Bisweilen erst nach einigen Stunden, nachdem mehreren Männchen der Kopf und die Nase von Wunden überdeckt ist durch die Bisse des Weibchens, gelingt es einem Männchen, sich im Nacken des Weibchens festzubeissen, dieses auf die Seite zu werfen, mit den Vorderpfoten die Weichen desselben zu umklammern und mit den Hinterfüssen dessen Hinterbeine zu umfassen. Der letzterwähnte Griff wurde öfters vom Männchen nicht gebraucht und dann gelang die Begattung niemals. Etwa $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde bleiben die Thiere vereint; beide liegen auf der Seite, das Männchen mit dem Bauche gegen den Rücken des Weibchens gekehrt. Die Ejaculation des Spermas scheint in Pausen mehrere Male zu erfolgen unter heftigster Erregung des Männchens, während das Weibchen die ganze Zeit hindurch ganz regungslos, wie todt daliegt. Selten wurde nach der ersten Begattung noch ein zweites Männchen zugelassen.

Jede Störung kann den Act unterbrechen. Ein laut gesprochenes Wort schon erweckt die Aufmerksamkeit der Thiere und wohl in der Hälfte der Fälle wurde die Begattung durch die unbedeutendste Behelligung vereitelt. Aeltere routinirte Männchen benahmen sich übrigens in der Regel viel dreister; sie lassen das umklammerte Weibchen selbst dann nicht los, wenn sie am Schwanze emporgehoben werden. Gegen 11 Uhr Mittags entzog sich stets das brünstige Weibchen jeder Annäherung, einerlei ob dasselbe dann belegt war oder nicht. Nachdem ein Mal die Begattungszeit festgestellt war, wurden ♂ und ♀ wieder dauernd beisammen gelassen, was jedenfalls einige Vortheile bietet. Nie geschah die Begattung vor 7 Uhr Morgens, aber auch niemals nach 11 Uhr!

Durch Einführung einer Pipette in die Scheide des Weibchens unmittelbar nach der Begattung liess sich fast immer die Anwesenheit von Spermatozoen, die aber stets nur spärlich vorhanden waren, nachweisen. Grosse Mengen von Schleim nebst rundlichen Zellen bilden die Hauptmenge der ejaculirten Substanz. 10—20 Minuten nach der Befruchtung fliessen aus der Kloake des Weibchens häufig reichliche Schleimmassen, in welchem sich dann die Spermatozoen leicht nachweisen lassen. — Künstliche Befruchtung wurde ein Mal versucht, gelang aber schon aus dem Grunde nicht, weil der Same des zu diesem Behufe getödteten Männchens nicht in genügender Quantität vorhanden war.

Die Entwickelungsdauer der Embryonen konnte auf das Genaueste festgestellt werden. Ziemlich genau 5 Mal 24 Stunden nach der Begattung beginnt die Furchung des Eies, und nicht ganz 13 Tage, wahrscheinlich 12 Tage 20 Stunden nach der Begattung erfolgt die Geburt. Die Dauer der eigentlichen Trächtigkeit umfasst also nur $7^5/_6$ Tage! Die Zahl der in den beiden Uterushörnern aufgefundenen Embryonen schwankte zwischen 7 bis 27, betrug aber meistens 12—16; da sich im Beutel der Weibchen aber nur 8—15 Zitzen vorfinden, so möchte ich glauben, dass das reichliche Futter und der Mangel an Bewegung die Veranlassung wurden zu dieser überraschenden Fruchtbarkeit.

Alle Eier im Uterus des trächtigen Weibchens stehen immer auf gleicher Entwickelungsstufe; nur zuweilen findet man einige Eier in ihrer Entwickelung den übrigen vorausgeeilt oder hinter ihnen zurückgeblieben, aber das Alter differirt doch kaum um mehr als 1—2, sehr selten bis 8 Stunden. Um dennoch verschiedene Entwickelungsstadien aus ein und demselben Mutterthiere zu bekommen, wurde den durch Chloroform betäubten Thieren zuerst das eine Uterushorn entnommen und etliche Stunden oder Tage später das andere; die weitere Entwickelung der Embryonen nahm stets ihren normalen Verlauf. Leider ist es unthunlich, den Uterus selbst mit den Eiern stückweise herauszunehmen, denn die Uteruswandungen schwillen zur Zeit der Brunst und besonders während der Trächtigkeit so enorm an, dass eine Unterbindung inmitten dieses kurzen, fast kugligen Organs kaum zu bewerkstelligen ist. Ich habe den Versuch nur ein Mal gemacht, aber mit ungünstigem Erfolge, wie das auch zu erwarten war. Besondere Vorsichtsmaassregeln sind zu beobachten, wenn der erste der beiden Uterushörner 3 Tage oder noch kürzere Zeit vor der Geburt herausgenommen wurde; dann ist es nothwendig, den zweiten im Mutterthiere verbleibenden Uterus, selbstverständlich mit Schonung der Blutgefässe, zu unterbinden, weil sonst Frühgeburt eintritt, in welchem Falle die Jungen vom Mutterthiere aufgefressen werden — was übrigens auch sonst häufig geschieht.

Ohne operative Eingriffe ist über die Trächtigkeit eines Weibchens keine Gewissheit zu erlangen, da man weder durch Tasten mit dem Finger die weichen Uterushörner auffinden kann, noch auch an den Milchdrüsen eine Veränderung wahrnimmt, bevor nicht die Embryonen nahezu ausgetragen sind. Allerdings pflegen die Thiere während der Tragzeit häufiger ihren Beutel auszulecken, als dies sonst wohl geschieht; auch schien es mir, als sei das Innere des Beutels einige Tage vor dem Werfen feuchter anzufühlen als gewöhnlich, aber die Temperatur des Beutels stieg nicht zu dieser Zeit und war immer gleich der des Körpers, nämlich circa 36 °C. Die beste Garantie, dass ein Weibchen belegt ist, giebt der Nachweis von Sperma in der Scheide, unmittelbar nach dem Coitus.

Ueber die Gestalt der weiblichen Geschlechtsorgane, speciell über die merkwürdigen Veränderungen, welche der Uterus während der Brunst und Trächtigkeit erleidet, werde ich weiter unten berichten; hier sei nur der männlichen Geschlechtsprodukte gedacht.

Die Spermatozoen haben eine ganz sonderbare Gestalt, welche indessen ihrer Bestimmung vortrefflich angepasst erscheint. Je zwei Spermazellen sind derartig miteinander verbunden, dass sie sich in ihrer Forwärtsbewegung unterstützen müssen (Taf. XIX Fig. 7—10). Zuvorderst liegt ein Bügel, der beiderseits nach hinten in eine Spitze ausläuft; zwischen seinen Schenkeln ist eine dünnere Platte ausgespannt, in der nach Innen zu die Kerne liegen, während nach hinten zwei etwas abgeplattete Stäbchen, die Schwanzwurzeln, eingefügt sind, als deren dünnere Verlängerung die Schwanzfäden erscheinen. Schwanzwurzeln und Schwanzfäden zeigen unter der Tauchlinse deutliche Querstreifung. Vor den Kernen erkannte ich meistens noch einige Verdickungen, deren Form und Lage aber variirt. Die Bewegung der dem Weibchen kurz nach dem Begattungsact entnom-

menen Spermatozoen ist ein rapides, gleichmässiges Vorwärtsschiessen; dies wird, wie es scheint, hauptsächlich bewirkt durch die Vibration der Schwanzwurzeln. Die Schwanzfäden gerathen hierdurch in Schwingungen, ähnlich denen, wie sie die Zinken einer tönenden Stimmgabel ausführen. Ich glaubte anfangs vier Schwanzfäden zu sehen (Fig. 7); sobald aber die Bewegung nach etwa einer halben bis zwei Stunden sich verlangsamte, gewahrte ich den Irrthum. Die Schwingungen gehen allmählig über in peitschenartige Schlängelungen, werden unregelmässig (Fig. 7), und endlich reisst die Zwillingszelle in der Mitte auseinander (Fig. 10). Diese Durchreissung geschieht manchmal aber auch bei den in sehr lebhafter Bewegung begriffenen Spermatozoen, ausserdem traf ich regelmässig auch in dem frisch ejaculirten Spermaschleim viele solche vereinzelte Zellen, die sich aber nicht gradlinig, wie die Zwillingszellen, sondern in grossen Kreisen fortbewegten. Wenn allmählig die Bewegung der isolirten Zellen langsamer geworden, geht sie über in eine stossende und bohrende.

Diese successive Veränderungen, welche auch von meinen Assistenten wiederholt beobachtet wurden, können eine Vorstellung geben von der Art, wie die Spermatozoen bis zum Ovidukte gelangen und wie die Befruchtung geschehen mag. Der zurückzulegende Weg ist lang, mehrfach gebogen und winklig geknickt; die Zwillingszellen werden aber durch die energische Vibration ihrer Schwänzchen vorwärts getrieben, indem die spitzen, nach hinten gerichteten Enden des Bügels zugleich eine Rückwärtsbewegung verhindern, sobald dieselben mit der Schleimhaut der weiblichen Leitungswege in Berührung stehen, was ja wahrscheinlich dauernd der Fall sein wird. Wenn das Ende des Weges erreicht ist, trennen sich vermuthlich die Doppelzellen, und jedes einzelne Spermatozoon durchkreist den Ovidukt, um schliesslich durch die stossenden und bohrenden Bewegungen in's Eiinnere zu gelangen.

Die Entwickelung der Spermatozoen im Hoden habe ich noch nicht verfolgt, da ich während der Brunstzeit kein Männchen opfern wollte, zu anderen Zeiten aber die Zelltheilung in den Geschlechtsorganen sistirt.

Conservirung und Präparation der Embryonen geschah nach den bekannten Methoden. Vortreffliche Präparate erhielt ich nach Erhärtung der frischen Keimblasen in Pikrinschwefelsäure, welcher $^1/_{10}$ Procent Chromsäure zugesetzt war. Nach dem Entsäuern wurden die Objecte in Boraxkarmin oder Hämatoxylin durchgefärbt, auf bekannte Weise in Paraffin eingeschlossen und dann geschnitten. Auch ganze und halbe Keimblasen habe ich in Balsam eingelegt.

Einige Vorsichtsmaassregeln möchte ich aber empfehlen. Die dem trächtigen Weibchen entnommenen Uterushörner müssen, bevor sie geöffnet werden, 5—7 Minuten lang in absolutem Alkohol verweilen, damit die Musculatur abgetödtet werde. Unterlässt man diese Vorsichtsmaassregel, so quillt beim Anschneiden der Uteruswand das weiche Drüsengewebe heraus und die Keimblasen werden dann durch die zusammenfallenden Wände des Uterus zerquetscht und gesprengt. Nahezu ausgetragenen Früchten oder Beuteljungen

wird zweckmässig die Leibeswand seitlich geöffnet, damit die Conservirungsflüssigkeit in's Innere dringe; die starke Epitrichialhaut erschwert nämlich das Eindringen von Flüssigkeiten ausserordentlich. Aus diesem Grunde ist auch die Entwässerung der Beuteljungen eine langwierige.

II. Ueberblick über den Entwickelungsverlauf.

Die nachstehenden Zeitangaben stützen sich auf zahlreiche direkte Beobachtungen und wurden durch Vergleichung controlirt. Allgemeine Regel ist gleiche Entwickelungszeit. Nur in mehreren Fällen war ein vereinzelter Embryo hinter der Entwickelung der übrigen ein wenig zurückgeblieben oder ihr vorausgeeilt; dann wurde diese Altersdifferenz taxirt; doch dürfte der Schätzungsfehler höchstens 1—2 Stunden betragen.

Fünf Tage nach der Begattung, also unmittelbar vor Beginn der Furchung, besteht das soeben in den Uterus eingetretene Ei aus folgenden Theilen (cfr. Taf. XVII Fig. 1—2):

a) zu äusserst eine Granulosamembran, eine glatte, homogene, mässig dünne Haut, in welcher durch Tinction oft noch die Kernreste sichtbar werden;

b) ein dicker Mantel von halbdurchsichtigem Eiweiss, welcher deutliche, aber unregelmässige concentrische Schichtung aufweist;

c) eine Zona radiata glaubte ich in einigen Eiern als flau contourirte, dünne Membran zu erkennen, welche dem Eiweissmantel dicht anliegt; in anderen Fällen aber war nichts davon wahrzunehmen;

d) ein mit klarer (perivitelliner) Flüssigkeit erfüllter Raum, in dem die beiden Richtungskörper und etliche Spermatozoen schwimmen;

e) die Eizelle mit Kern. Der Dotter enthält zahlreiche Körner.

1—8 Stunden (nach Beginn der Furchung). — Totale, anfangs äquale Furchung; Gastrulation. Tafel XVII—XVIII.

10 Stunden. — Die Wand der Keimblase ist etwa zur Hälfte zweischichtig (Ektoblast und Entoblast). Der Ort des Blastoporus kennzeichnet sich stets sehr deutlich; er liegt excentrisch im Fruchthof. Der Eiweissmantel ist grössten Theils schon resorbirt; die Keimblase hat einen Durchmesser von circa $^1/_2$ mm.

24 Stunden nach Beginn der Furchung. — Die circa 1 mm grosse Keimblase ist durchaus zweischichtig. Der Fruchthof hat sich vergrössert; der Ort des Blastoporus ist nicht mehr aufzufinden. Tafel XIX Fig. 1—2.

36 Stunden. — Die Keimblase hat einen Durchmesser von 1,2 bis 1,3 mm. Im übrigen keine wesentlichen Veränderungen. Tafel XIX Fig. 5—6.

48 Stunden. — Primitivstreif und -Rinne sind angelegt, sowie Chordawurzel und die seitlichen Mesodermlappen; der Fruchthof wurde birnförmig. Durchmesser der Keimblase 2 mm. Tafel XVIII Fig. 5—11.

64 Stunden. — Drei Urwirbel sind gebildet. Chorda sehr deutlich, von den seitlichen Mesodermlappen geschieden. Der Fruchthof erscheint wieder kreisrund; die Keimscheibe ist noch flach ausgebreitet. Reste des Eiweissmantels bewirken (ausserhalb des Fruchthofs) eine, selten mehrere Ektodermwucherungen. Grösse der Keimblase 4 mm. Tafel XX Fig. 1—3.

3 Tage (= 72 Stunden). — Keimblasen meist noch ganz frei im Uterus, nahezu kuglig, in der Gegend des Fruchthofs unmerklich abgeplattet, 6 mm gross. 14 Urwirbel, doppelte Herzanlage und vordere Keimfalte sind erkennbar. Tafel XX und XXI

4 Tage. — Kopfamnion und Rumpfamnion haben den Embryo schon umwachsen, doch ist der Amnionnabel noch offen. Das Medullarrohr ist von der dritten Hirnblase bis an das hintere Drittel des Embryos geschlossen. Augenblasen, Riech- und Gehörgrübchen. Noch keine Extremitäten. Die Area vasculosa hat sich bis zu $^3/_7$ der Oberfläche der Keimblase ausgebreitet; das Gefässsystem ist, wie es scheint, schon geschlossen. WOLFF'scher Gang und Urnierenbläschen noch ausser Communication; Vornieren-Rudiment. Die Granulosamembran ist, soweit sie den Fruchthof überdeckt, mit der Uterusschleimhaut sehr locker verklebt. Keimblase unregelmässig kuglig oder ellipsoidisch, ungefähr 15 mm gross. Tafel XXII.

5 Tage. — Die Granulosamembran ist fast zur Hälfte resorbirt und überdeckt nur noch den Fruchthof und dessen nächste Umgebung. Dottersackkreislauf weiter ausgebreitet; das Blut ist noch weiss. Amnionnabel noch offen. Anlage der Hypophyse, der Lungenflügel, der Leber, der Allantois, der Spinal- und Gehirnnerven. Die Gehörbläschen haben sich abgeschnürt. „Kiemenspalten" noch geschlossen, Rachensegel noch vorhanden. Keimblase etwas vergrössert. Tafel XXIII—XXV.

6 Tage. — Allantois mit Gefässen; das Blut ist roth. Amnion geschlossen. Der Dottersackkreislauf wird noch weiter ausgedehnt. Augenbecher mit Linse; die Augenlider erheben sich. Die Hypophyse hat sich abgeschnürt. Die Urniere zieht sich aus der Brusthöhle zurück; vordere Zwerchfellfalte bereits sehr gross. Vordere und hintere Extremitäten mit Zehenanlage. Die Zunge ragt aus der Mundöffnung hervor; die Mundspalte ist noch weit. Die Keimblasen zeigen unregelmässige Gestalt; sie verschmelzen gegenseitig an ihren Berührungsflächen unzertrennlich, während ihre frei gebliebenen Flächen, vor Allem stets im Bereiche des Gefässhofs, in die Krypten der Uterusschleimhaut sich einsenken und gerunzelt erscheinen. Im Gebiete der Area vasculosa und an verschiedenen anderen Bezirken bleibt das (falsche) Chorion sehr locker mit der Uterusschleimhaut verklebt. Länge des gekrümmt liegenden Embryos circa 8 mm. Tafel XXV—XXVI.

6½ Tag. — Allantois vergrössert, etwas gefässreicher, aber niemals in Contact mit dem Chorion. Die vordere und hintere Zwerchfellfalte wachsen zusammen. Die anfangs weiten Mundspalten schliessen sich seitlich; um den Mundrand entwickelt sich ein Epithelialgebilde, das „Schnabelschild." Die Area vasculosa hat sich weiter ausgedehnt, die Keimblasen sind gewachsen. Tafel XXVII.

7¼ Tag. — Allantois vergrössert, aber nicht reicher an Gefässen, stets vom Chorion getrennt. Die embryonalen Organe sind in ihrer Entwickelung fortgeschritten. Länge des gekrümmt liegenden Embryos circa 11 mm. Tafel XXVII.

7½ Tag. — Der Embryo hat etwas an Grösse zugenommen, das Schnabelschild findet sich im Maximum der Entwickelung; die übrigen Verhältnisse haben sich wenig geändert. Tafel XXVIII.

7¾ Tag. — Der Embryo besitzt nahezu die Gestalt des ausgetragenen Thieres. Die Gefässe der Allantois sind in Rückbildung begriffen, die Allantois selbst ist gar nicht mit dem Chorion in Contact gekommen. Das Schnabelschild hat sich verkleinert und tritt nur noch undeutlich hervor. Die Epidermis verdickt sich zur Epitrichialhaut; die Augenlider wachsen zusammen, der Mundspalt hat sich verengert. Dottersack- und Allantoisnabel durch den Körpernabel dicht zusammengedrängt. Nur der hintere Theil des Körpers ist von dem Rumpfamnion bedeckt, der ganze übrige Körper ist vom Kopfamnion eingehüllt. Die Zitzen sind bei ♂ und ♀ deutlich zu erkennen.

Circa 7⅞ Tag nach der Befruchtung des Eies erfolgt die Geburt. Das „Beuteljunge" saugt sich an den Zitzen fest, so dass es nur mit Gewalt losgerissen werden kann. Die Zahl der Athemzüge beträgt circa vierundzwanzig, die der Pulzschläge circa sechzig in einer Minute. Die Lungen haben noch die Gestalt weiter Säcke, die Urniere ist noch in Thätigkeit, während die Dauerniere erst angelegt wurde. Von Sinnesorganen functionirt allein das Riechorgan; das Auge besitzt zwar Pigment, jedoch die Retina ist noch nicht in Schichten differenzirt. Von Geschmacks- und Tastorganen ist Nichts zu sehen. Hinterfüsse ohne Krallen. Das Skelet zeigt noch keine Spur von Verknöcherung. Im Ganzen finden sich 57 deutliche Wirbelanlagen. Die quergestreiften Muskeln haben noch die Gestalt von Röhren mit axialer Kernreihe, führen aber schon kräftige Bewegungen aus. Die Kloake ist sehr lang. Länge des Beuteljungen circa 13 mm.

III. Furchung und Gastrulation.

Der Eintritt der Spermatozoen in den Perivitellinraum geschieht im oberen Theile des Oviducts, wie die Anwesenheit derselben in den auf dieser Strecke vorgefundenen Eiern genügend beweist; die Furchung aber beginnt erst, nachdem die Eier in den trichter-

artig verjüngten oberen Abschnitt des Uterus eingetreten sind. Nähere Details über die Befruchtung oder über die Ausstossung der Richtungskörper kann ich hier nicht beibringen; am Anfange des fünften Abschnittes ist nur noch der Veränderungen gedacht, welche die Eihülle erfährt, während das Ei im Eileiter hinabsteigt.

Im Oviducte liegen alle Eier stets ganz dicht hinter- oder selbst nebeneinander; sobald sie aber den Uterus erreicht haben, zerstreuen sie sich und flottiren noch fast drei Tage lang in der Uterinlymphe, welche stets sehr reichlich vorhanden ist.

Die Furchung verläuft beim Opossum in etwas anderer Weise als bei den Placentalien. Meine Beobachtungen sind zwar sehr lückenhaft, da mir nur sechs verschiedene Furchungsstadien zu Gesicht gekommen sind; diese aber gaben doch Auskunft über den Modus der Furchung, und da ich die Eier fast alle in frischem Zustande untersucht und gezeichnet habe, so verdienen diese Beobachtungen volles Vertrauen.

Ich habe Eier mit 2, 4, 8, ungefähr 20, 42 und 68 Zellen gesehen; an den letzten dreien hatte die Gastrulation schon begonnen.

Alle auf Tafel XVII—XVIII abgebildeten Eier wurden, mit Ausnahme der in Fig. 1—3 dargestellten, in frischem Zustande und während der Erhärtung in Pikrinchromschwefelsäure beobachtet und gezeichnet. Leider ist die Eiweissschicht nicht ganz durchsichtig, sodass zwar die Umrisse der Eier und die Contouren der grösseren Furchungszellen stets deutlich zu erkennen waren, nicht immer aber die Details der Flächenbilder. Ich verfuhr daher folgendermassen.

Jedes Ei wurde in frischem Zustande und während der Einwirkung der Säuren mittels der Camera lucida bei etwa 200facher Vergrösserung in verschiedenen Lagen gezeichnet, sodann gefärbt, entwässert und nach erfolgter Aufhellung in Toluol wiederum gezeichnet und diese letzteren Zeichnungen mit den früheren verglichen. Nur bei drei Eiern hatte durch Einwirkung des Boraxcarmins eine Schrumpfung stattgefunden, obwohl dies Färbemittel in stufenweise gesteigerter Concentration angewendet wurde; in den übrigen Fällen zeigte sich keine Veränderung ausser einer ganz unmerklichen Gesammtverkleinerung des Eies. In den aufgehellten Eiern war zumal die Furchungshöhle und der in dieselbe vorspringende Entodermhügel weit deutlicher zu sehen, als an den frischen Eiern. Einige derselben wurden auch in Canadabalsam, welcher mit Toluol verdünnt war, eingeschlossen; die Eier konnten nun besser in jeder Lage festgehalten und gezeichnet werden, und die spätere Einbettung in Paraffin gelang trotzdem sehr gut.

Die meisten Eier wurden dann in Paraffin eingebettet und geschnitten. Die Orientirung derselben gelang vollkommen.[1]) Einige wurden rechtwinklig zur Eiaxe geschnitten die Mehrzahl parallel mit derselben; die Eier im Gastrulastadium vermochte ich sogar so zu orientiren, dass die Schnittebene der Längsaxe des zukünftigen Embryos parallel

1) Zur Orientirung sehr kleiner Objecte in Paraffin kann ich den höchst einfachen Apparat empfehlen, welchen ich im Zoolog. Anzeiger, 1885, No. 99 auf Seite 419—420 beschrieben habe. Derselbe hat mir schon oft vortreffliche Dienste geleistet.

laufen musste: die jüngere Gastrula liess nämlich schon äusserlich eine laterale Symmetrie erkennen, und bei den älteren lag der, durch einen Ballen von Gerinnsel auf's Deutlichste markirte Blastoporus excentrisch in der verdickten Keimscheibe (Taf. XVIII Fig. 3—4); in beiden Fällen war also die Embryonalaxe schon zu construiren.

Zwei Blastomeren von anscheinend gleicher Grösse fand ich bei einem Ei, welches mitsammt dem oberen Theile des Uterus gehärtet und geschnitten war. Unmittelbar davor lag ein Ei mit ungefähr 20 Furchungszellen, während im Ovidukte noch neun weitere nicht gefurchte Eier aufgefunden wurden. Bei einigen dieser Sperma enthaltenden, aber noch nicht in Furchung begriffenen Eiern waren die Granulosazellen noch ganz unverändert (Taf. I Fig. 1), bei anderen schon zu einer dünnen Membran abgeplattet.

Von dem Ei, welches 2 Blastomeren aufwies, habe ich nur eine Contourenzeichnung gegeben (Taf. I Fig. 3); Granulosamembran und Eiweisshülle zeigten nicht mehr ihre natürliche Form, sondern waren mehrfach eingebuchtet und damit die Gestalt der Blastomeren vielleicht auch nicht normal geblieben; Umriss der Blastomeren ist in der Figur 3 reproducirt, Granulosamembran und Eiweissschicht nach einem anderen besser conservirten Ei gezeichnet. Eine Zona radiata war nicht mehr deutlich zu erkennen; vielmehr erschien die innere Grenzlinie der Eiweissschicht etwas verwischt, und es ist wohl schwer zu entscheiden, ob dieser Contour der Zona oder, falls dieselbe schon resorbirt war, der Eiweissschichte angehörte. Das frühzeitige Schwinden der Zona radiata ist übrigens auch bei Eiern der Placentalia beobachtet worden, und da der Perivitellinraum sich bald sehr schnell auf Kosten der Eiweissschicht vergrössert, so muss ich annehmen, dass die Zona radiata auch im Opossum-Ei spätestens während der Furchung resorbirt wird.

Das Weibchen, welches das erwähnte in Zweitheilung befindliche Ei enthielt, war genau 5 mal 24 Stunden nach der Begattung getödtet. Die folgenden drei Entwickelungsstadien wurden dem Uterus eines durch Chloroform betäubten Weibchens 5 Tage und 8 Stunden nach erfolgter Begattung entnommen. Das Uterushorn enthielt, ausser zwei tauben, 14 befruchtete Eier, nämlich je ein Ei mit 4, 8, 42, 68 Zellen, eine junge und eine ältere Gastrula mit noch dicker Eiweissschicht, und endlich acht auf gleicher Entwickelungsstufe stehende weit grössere Keimblasen, deren Wand noch grösstentheils einschichtig war. Aus diesem Befunde ergiebt sich zwischen der jüngsten und ältesten Keimblase ein Altersunterschied von etwas mehr als 8 Stunden; ich glaube jedoch, dass diese Differenz als eine abnorm grosse zu betrachten ist und dass die acht ältesten Keimblasen die normale Entwickelungsphase repräsentiren und zwar aus folgenden Gründen.

Erstens befanden sich meistens alle Embryonen ein und desselben Uterushornes auf der gleichen Entwickelungsstufe. Zweitens zeigten sich deutliche Altersdifferenzen unter den Embryonen nur dann, wenn ihre Zahl 10 bis 16 in einem Horne betrug. Da nun aber die Zahl der Saugwarzen nur zwischen 9 bis 15 schwankt, so können, weil jedes Beuteljunge eine Zitze dauernd in Anspruch nimmt, auch nicht mehr als 9 bis 15 Junge im Ganzen ernährt werden. Drittens erreichen die Keimblasen in den letzten drei

Tagen des Uterinlebens eine so bedeutende Grösse, dass nicht mehr als höchstens 9 derselben in einem Uterushorne Raum und Gelegenheit zur erforderlichen Ausbreitung des Dottersackkreislaufs finden, daher denn auch später immer einige Embryonen verkrüppeln sobald die Zahl derselben höher als 8—9 steigt. Es ist nicht anzunehmen, dass sich solche, der Ernährung der Früchte ungünstige Verhältnisse auf die Dauer würden erhalten haben.

4 Zellen (Taf. XVII Fig. 4—5). Die Contouren beider Figuren sind nach dem frischen Ei gezeichnet, die Details (Kerne, Dotterkörner) nach Schnittpräparaten. An dem frischen Ei erschienen die 4 Blastomeren von gleicher Beschaffenheit und Grösse; sie schlossen eine Furchungshöhle ein. Ihre spitzeren Pole waren einander zugeneigt und mit der Eiweissschichte ei in Berührung, die stumpferen umgekehrt. Die grossen hellen Kerne lagen deutlich excentrisch, nahe den spitzeren Polen, vor denen zwei Richtungskörper ℘ zu erkennen waren. Ein zartes Gerinnsel b lag den stumpferen Polen gegenüber. Von einer Dotterhaut war weder hier noch in anderen Präparaten irgend eine Spur aufzufinden. Die Zahl der Dotterkörner in den vier Furchungszellen ist im Vergleich zu den Eiern der meisten anderen Säugethiere eine beträchtliche zu nennen. — Durch die Behandlung mit Boraxkarmin war das Ei stark geschrumpft und die Blastomeren gegeneinander verschoben, sodass ich mein Balsampräparat nur noch dazu benutzen konnte, um die Dotterkörner und -körnchen in die Zeichnung einzutragen.

8 Zellen. Figur 6 ist eine Copie der Zeichnung, welche ich nach dem frischen Ei mittels der Camera lucida entworfen habe, jedoch um das Doppelte vergrössert. Ich zählte deutlich 8 Zellen, 7 von anscheinend gleicher Grösse und eine kleinere; die Zellen waren in zwei Kreisen, allerdings etwas unregelmässig, geordnet; Kerne waren nicht gut zu erkennen. — Leider ward auch dieses Ei durch die Färbeflüssigkeit stark verändert, sodass ich aus der Schnittserie das ursprüngliche Bild nicht reconstruiren kann. Etwas verdächtig ist mir die Ablagerung von kleinen kernfreien Dotterkornballen in dem perivitellinen Raum, während doch bei den weiter fortgeschrittenen Stadien dergleichen Ballen nur in der Furchungshöhle sich vorfinden. Die innere Beschaffenheit schien bei allen Furchungskugeln die gleiche; die Kerne waren hier, sowie auch in den beiden zunächst zu beschreibenden Eiern rund und auffallend hell.

Circa 20 Zellen. Dieses Ei war mitsammt dem Uterus gehärtet und geschnitten; da aber die Furchungskugeln durch die geschrumpften Eihüllen zusammengedrückt und wahrscheinlich auch dislocirt waren, so verzichte ich auf eine nähere Beschreibung. In der Furchungshöhle war eine grosse Zelle (Entodermzelle) zu erkennen.

42 Zellen (Figur 7, Reconstructionsbild, vom Blastoporus gesehen; Figur 8 im Längsschnitt, Eiweissmantel und Granulosamembran sind weggelassen). Das Blastoderm wird aus Zellen von abgestufter Grösse zusammengesetzt: die den Blastoporus umschliessenden und ihm nahe liegenden Furchungszellen sind die grössten, während die am Aequator

gelegenen Zellen bedeutend kleiner werden und an der dem Blastoporus entgegengesetzten Region das Minimum ihrer Grösse erreichen. Die grösseren Zellen sind nicht nur absolut, sondern auch relativ reicher an Dotterkörnern und erscheinen daher undurchsichtiger als die kleineren. In der Gegend des Blastoporus liegt eine, von fünf Zellen umstellte Oeffnung, welche direkt mit der Furchungshöhle communicirt; in letztere ist eine einzige grosse, mit Dotterkörnern beladene Entodermzelle eingerückt. In der Furchungshöhle findet sich ferner ein zartes Gerinnsel und eine Anzahl kleiner Ballen, welche aus Dotterkörnchen zusammengesetzt sind, aber keinen Kern enthalten. Das Blastoderm liegt dem Eiweissmantel nur zum Theil fest an, zum Theil ist es deutlich von ihm getrennt. Mehrere Spermatozoen waren im Perivitellinraum sichtbar.

Es ist unwahrscheinlich, dass dieses in der Gastrulation begriffene Ei nicht normal sei; denn wenn ich von zwei zweifelhaften Fällen absehe, so habe ich niemals Eier aus den ersten Tagen aufgefunden, welche auf irgend welche Anomalie der Entwickelung hinwiesen. Dazu kommt, dass das zunächst zu beschreibende etwas ältere Ei ein gleiches Verhalten zeigte. Bekanntlich fand auch VAN BENEDEN (No. 5) bei der Fledermaus ein Stadium von 8 Blastomeren auf, in welchem eine einzige grosse Entodermzelle in's Innere gerückt war. Ueber die Frage, ob aus dieser einzigen „Entodermzelle" das ganze Entoderm, oder auch sogar die Chorda nebst den Coelomlappen abzuleiten sei, darüber will ich mich weiter unten aussprechen. Ueber die Orientirung der Gastrula im Allgemeinen kann aber kein Zweifel herrschen.

Das Loch am Blastoporus B1 ist ohne Frage eine ganz vorübergehende Bildung, wie sie entweder durch das Einrücken der Urentodermzelle in's Eiinnere, oder auch durch die während der Zweitheilung verursachte Auseinanderdrängung benachbarter Zellen hervorgerufen wurde. In Figur 10 ist ein offenes Loch nicht mehr zu sehen, später kann dasselbe gelegentlich wieder auftreten (Taf. XVIII Fig. 3—4). Wer die Furchung von holoblastischen Eiern anderer Thiere unter dem Mikroskope ein Mal längere Zeit hindurch genau verfolgt hat, wird sich erinnern, dass zwischen den Furchungszellen häufig Lücken auftreten; ja dies ist sogar die Regel während der frühesten Furchungsphasen, wo die Zellen noch relativ freiere Bewegungen ausführen können, eine grössere Vigorosität besitzen und unmittelbar nach jeder Theilung ziemlich vollständige Kugelgestalt annehmen. Wenn nun zu diesen Factoren sich noch der Umstand gesellt, dass, wie es ja häufig im Beginne der Furchung der Fall ist, viele oder sogar alle Zellen zugleich sich theilen, so ist einer Verschiebung und Umlagerung der Zellen Vorschub geleistet. Aus gleichen Gründen wird aber eine grössere Lücke, auch wenn sie nach dem, der Theilung nachfolgenden Collaps der Zellen bestehen geblieben ist, gelegentlich wieder ausgefüllt werden können. Fast alle in Fig. 7 und 8 dargestellten Zellen befinden sich offenbar im Collaps, und nur in der Gegend des Blastoporus als auch an dem fast diametral gegenüber liegenden Orte a findet sich eine Lücke; in der Fig. 10 ist die letztere Lücke noch erhalten, die erstere aber nicht mehr. Möglich, dass die in Fig. 7—8 erkennbare Lücke

direkt durch den Austritt der Urentodermzelle in das Eiinnere veranlasst wurde, und so unwahrscheinlich ist es nicht, dass die Lücke a der Rest jener anfangs weiten vorderen Oeffnung ist, wie sie bei manchen regulär oder äqual sich furchenden Eiern im Beginn der Blastulation auftritt.[1]) Ist die letztere Vermuthung richtig, so könnte vielleicht schon in der Fig. 8 und 10 die Längsaxe und das Rechts und Links des zukünftigen Embryos festgelegt werden, indem in beiden Fällen die einzige Entodermzelle die gleiche Lage zu der Lücke a aufweist und damit zugleich wahrscheinlich die Embryonalaxe andeutet, welche in den Medianschnitten Fig. 8 und 10 rechts aufwärts nach oben zu führen wäre. Da aber aus Fig. 11 diese Orientirung schon nicht mehr mit Sicherheit gewonnen werden kann und in Fig. 1—2 der Tafel XVIII garnicht erkennbar ist, so begnüge ich mich hier mit der Vermeldung des Befundes.

Auf welche Weise die in Fig. 8, 10 und 11 mit i bezeichneten kernlosen Dotterballen in die Furchungshöhle gelangen, weiss ich nicht zu sagen; in den ersten beiden Stadien der Furchung fehlen sie ganz, ebenso auch in den älteren Gastrulastadien; man wird daher zu der Annahme gedrängt, dass diese Dotterballen von den Furchungszellen ausgestossen, bald aber wieder resorbirt werden. Ich habe keinen Grund anzunehmen, dass es sich hier um eine pathologische Bildung handle, um so weniger, als die Vertheilung der Dotterelemente in den Zellen bei Beginn der Gastrulation eine so sehr verschiedene ist. Vielmehr sehe ich in der Ausstossung dieser Dotterballen einen bedeutungsvollen Hinweis auf die vormalige Existenz eines grossen Nahrungsdotters bei den Vorfahren der Beutelthiere. Ich werde am Ende des Abschnittes diese Verhältnisse ausführlicher besprechen.

68 Zellen. In Figur 10 ist ein, genau mittels der Camera lucida gezeichneter Axenschnitt wiedergegeben, in Fig. 9 die Reconstruction aus der Schnittserie. Es mag auffallen, dass in der Fig. 8 eine grössere Zahl von Zellen in der Schnittebene liegen als in Fig. 10, obwohl doch die erstere einem Ei von nur 42 Zellen entnommen ist. Gleichwohl hat die Sache ihre Richtigkeit; in Fig. 10 sind die Zellen zufällig alle in der Mitte getroffen, in Fig. 8 aber nicht. Um aber nicht den Eindruck hervorzurufen, als seien die Zellkerne der Fig. 8, welche natürlich ebenfalls seitlich angeschnitten waren und in der Schnittebene zum Theil sehr klein erschienen, überhaupt sehr klein, so habe ich dieselben auch in den Zellen der Fig. 8 in ihrer grössten Ausdehnung eingetragen, auch wenn sie dem benachbarten Schnitte entlehnt werden mussten. — Auch dieses Stadium kann als beginnende Gastrulation bezeichnet werden.

In Figur 11 ist der Längsschnitt einer etwas älteren Gastrula wiedergegeben. Denn am frischen Ei und während der Fixirung in Pikrinchromschwefelsäure konnte sowohl der Aussencontour der Zellen und die grubenartige Einziehung Bl, als

1) Vergl. Heft II dieser „Studien", Tafel IX.

auch die Zellenmasse eu und die Furchungshöhle f sehr deutlich wahrgenommen und gezeichnet werden. Das Gebilde glich etwa einer an zwei nicht genau diametral gegenüber liegenden Polen abgeplatteten Kugel, deren oberer Theil, bei gleichzeitiger Fixirung der unteren Fäche, in der Richtung der kürzesten Verbindungslinie der Polenden zur Seite gedrückt ist. Die Einbettung in Paraffin geschah so, dass die Schnittebene mit dieser kürzesten Verbindungslinie zusammenfallen musste, was nach wiederholtem Hin- und Herrollen des Eies im geschmolzenen Paraffin unter starker Lupenvergrösserung recht gut gelang.

Wie aus der Zeichnung hervorgeht, sind die Kerne der Ektodermzellen durchschnittlich grösser als die der Entodermzellen, die Leiber der ersteren heller als die der letzteren; aber in der Umgebung der Einbuchtung Bl verwischen sich diese Unterschiede, sodass ich nicht entscheiden kann, welche dieser Zellen zum äusseren, welche zum inneren Keimblatte gehören, oder ob überhaupt hier die morphologische Sonderung schon eingetreten sei, mit anderen Worten, ob der Prozess der lokalen Einsenkung des Blastoderms, d. h. die Gastrulation, schon beendet sei oder nicht. Ich halte die letztere Ansicht für die richtige, aus Gründen, welche weiter unten entwickelt sind. — Aus der Abbildung ist ferner zu entnehmen, dass der Entodermkeim en nicht ein einschichtiges Zelllager darstellt, sondern einen flachen Haufen, aus dessen Verband aber etliche — im Ganzen 7 — Entodermzellen sich gelöst haben und isolirt der Innenwand des Ektoderms anliegen. Nebst feinem, wolkigen Gerinnsel, welches dem Entodermkeim auflagert, finden sich in der Furchungshöhle noch vereinzelte kernfreie Dotterballen. Bei a erkennt man einige auffallend kleine Zellen; ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich diesen Ort mit dem in Fig. 8 und 10 durch den Buchstaben a bezeichneten Pol identificire.

Eine ältere Gastrula ist auf Tafel XVIII in Fig. 1—2 dargestellt. Fig. 1 ist nach dem frischen Ei mittels der Camera gezeichnet, Fig. 2 nach einem medianen Längsschnitt.

Der äussere Umfang des Eies hat sich nicht vergrössert, der Eiweissmantel aber hat, von Innen her, an Dicke abgenommen, sodass dessen Binnenhöhle geräumiger geworden ist. Die Gastrula ist gewachsen, hat sich in der Richtung der Eiaxe verlängert und besitzt Eiform; sie zeigt keine grubenartige Einsenkung mehr am Blastoporus, ist aber in dessen Umgebung schwach abgeplattet. Leider bewirkte die Färbung eine einseitige Schrumpfung, sodass ich aus den Schnitten nicht mehr feststellen konnte, ob auch in diesem Stadium der Entwickelung noch eine Lateralsymmetrie herrschte; am frischen Ei war sie nicht zu erkennen.

Im Uebrigen unterscheidet sich diese Gastrula nicht wesentlich von der auf Tafel XVII in Fig. 11 abgebildeten. Die Entodermzellen haben sich vermehrt, sind aber noch nicht zu einem einschichtigen Lager ausgebreitet; Dotterballen traf ich nicht an.

Etwa 10 Stunden alt sind die in Fig. 3—4 im Längsschnitt abgebildeten Gastrulae. Vergleicht man diese mit dem zuletzt beschriebenen Stadium, so ergeben

sich folgende Veränderungen. Der äussere Eiumfang hat nur ganz unbedeutend zugenommen, dagegen ist ein grosser Theil des Eiweissmantels schon resorbirt; seiner Innenfläche liegt die Gastrula fest an, ohne merklichen Zwischenraum. Die Zahl der Ekto- und Entodermzellen erscheint garnicht oder nur unbedeutend vermehrt, ihre Gestalt dagegen und Lagebeziehungen haben sich geändert: die Ektodermzellen bilden ein Lager abgeplatteter Zellen, die im Bereiche des Fruchthofs ihre grösste Dicke zeigen, der Entodermkeim hat sich zu einer einschichtigen Zellenscheibe ausgestreckt, welche etwas über die Ränder des Fruchthofs hinausragt; einzelne stark abgeplattete, isolirte Entodermzellen liegen bis über den Aequator des Eies hinaus, doch ist mehr als die Hälfte der Keimblasenwand noch frei von Entodermzellenbelag. In allen 8 Keimblasen dieser Entwickelungsphase war der Ort des Blastoporus an dem von Innen her aufgelagerten Gerinnselballen erkennbar, an dreien Keimblasen war zugleich an dieser Stelle, welche excentrisch im Fruchthofe lag, eine Zellenlücke vorhanden. Mehrfach fanden sich karyokinetische Figuren in den, dem Blastoporus zunächt gelegenen Zellen; in dieser Gegend waren die Entodermzellen weniger stark abgeplattet. Allermeist sind die Kerne der Entodermzellen etwas kleiner als die der Ektodermzellen. Beachtenswerth ist, dass der Eiweissmantel im Bereiche der Keimscheibe am dünnsten erscheint, an der gegenüberliegenden Seite am dicksten, ein Verhalten, welches noch längere Zeit andauert.

Die nächsten Veränderungen, welche die Keimblase erleidet, bestehen in der Ausbreitung der Entodermanlage zu einem geschlossenen Blatte, einer Vermehrung der Zellen der beiden Grundblätter, der fortgesetzten Resorption des Eiweissmantels und einer Vergrösserung des Eiumfanges. Zugleich verschwindet das im vorhergehenden Stadium noch bemerkbare Gerinnsel unterhalb des Blastoporus, sodass der letztere für die nächste Zeit nicht mehr erkannt werden kann.

In Figur 1—4 der Tafel XIX ist eine Keimblase abgebildet, welche einem Uterushorne genau 6 Tage nach der Begattung des Mutterthieres, also 24 Stunden nach der Befruchtung des Eies, entnommen war. Fig. 1 stellt ein ganzes Ei vor. Die Kerne des Ektoderms sind mit dunkelgrauer, jene des Entoderms mit rother Farbe bezeichnet; der Eiweissmantel war in der Zeichnung angegeben, ist aber beim Lithographiren vergessen worden. In der Mitte befindet sich ein dunkleres Feld, die Keimscheibe; hier stehen die Ektodermzellen dichter beisammen und besitzen prismatische Form, während sie ausserhalb derselben ganz abgeflacht sind und erst allmählig nach dem entgegengesetzten Pole zu wieder höhere bis würfelförmige Gestalt bekommen (Fig. 2—3). Umgekehrt erscheint auf Schnitten der Eiweissmantel über dem Fruchthofe nur als eine schmächtige Lage, seitlich oder weiter abwärts dagegen viel dicker. Die Granulosamembran Z ist noch vollständig erhalten.

Keimblasen von 36 Stunden zeigen ungefähr das gleiche Verhalten, nur ist die Zellenzahl beträchtlicher und der Gesammtumfang grösser geworden. Ausserdem hat sich der Fruchthof ausgebreitet und dabei zusehends verflacht, sodass die Keimblasen

nicht mehr genau kugelrund sind; der Eiweissmantel nimmt an Dicke wiederum ab und scheint sogar oberhalb des Fruchthofs und in dessen Umgebung fast vollständig geschwunden. Zellen sowohl wie Kerne haben sich, in Folge der Theilung, verkleinert.

Fig. 5 wurde leider vom Lithographen etwas schematisch gehalten; die dunkeln Kerne des Ektoderms erscheinen partienweise in Reihen angeordnet, was allerdings auch wirklich vorkommt, jedoch nicht ganz in solcher Regelmässigkeit, Ausdehnung und Häufigkeit, wie dies die Lithographie zeigt. Der Fruchthof ist unregelmässig rundlich. Einen medianen Durchschnitt durch eine gleichaltrige Keimblase stellt Fig. 6 vor. Von einem Blastoporus war Nichts zu bemerken.

Stadien, an denen die erste Entstehung des Mesoderms zu verfolgen gewesen wäre, habe ich zu meinem Bedauern nicht gesehen. 48 Stunden nach Beginn der Furchung ist schon der Primitivstreif nebst den Sichelhörnern des Mesoderms angelegt. In den Figuren 6—8 der Tafel XVIII habe ich drei Keimblasen abgebildet, welche unter den sieben gleicherzeit vorgefundenen am meisten in ihrer Entwickelung differirten; zur leichteren Orientirung ist in ihnen das Mesoderm in seiner ganzen Ausdehnung durch violetten Ton hervorgehoben; auch der Primitivstreif selbst trägt diesen Ton. Querschnittserien lehren, dass eine mittlere Zellenschicht im ganzen Bereiche des Primitivstreifens liegt.

IV. Vergleichende Betrachtung der Furchung und Gastrulation bei den Knochenfischen, Sauropsiden und Mammalien.

Die Angaben derjenigen Forscher, welche die Eifurchung der Säugethiere genau verfolgt haben, differiren in mehreren Hinsichten; nur darin stimmen alle überein, dass die Furchung eine totale, dass die Blastomeren vollständig oder doch nahezu gleich an Grösse, und dass endlich die erste Furchungsebene (und damit die Eiaxe) nicht mit der Längsaxe der zukünftigen Gastrula coincidirt. Letzteres Verhalten wird zwar nicht ausdrücklich hervorgehoben, geht aber doch aus den betreffenden Abbildungen hervor.

Am genauesten hat bekanntlich VAN BENEDEN, zum Theil in Gemeinschaft mit JULIN, die Furchung und Gastrulation des Eies der Kaninchen und der Fledermäuse studirt. In den meisten Fällen unterscheiden sich schon die ersten beiden Blastomeren ein wenig in Bezug auf Grösse als innere Beschaffenheit: die grössere etwas hellere Zelle nennt VAN BENEDEN die ektodermale, und aus ihr soll das Ektoderm hervorgehen; die etwas kleinere und körnchenreichere die entodermale. Beide Blastomeren halbiren sich; bald wurden alle vier in gleichem Niveau gefunden, bald erschienen dieselben derartig gegen einander verschoben, dass die Verbindungslinien der Centren je zweier Zellen gleichen Ursprungs rechtwinklig zu einander standen. Schon im nächsten Furchungs-

stadium tritt eine einzige der entodermalen Zellen in das Centrum des Eies, während im Weiterverlauf die ektodermalen Zellen sich rascher abfurchen als die entodermalen; letztere unterscheiden sich stets deutlich durch den grösseren Körnchenreichthum ihres Protoplasmas. Es rücken dann die entodermalen Zellen in Gestalt eines Propfens in's Eiinnere und erfüllen die Furchungshöhle vollständig, indem sie zugleich von den ektodermalen Zellen umwachsen werden. Bald aber erweitert sich, mit der Vergrösserung der Keimblase, die Furchungshöhle, der Entodermkeim breitet sich schüsselartig aus und wird endlich einschichtig; am Blastoporus treten einige Entodermzellen noch lange Zeit frei an der Oberfläche des Eies zu Tage, selbst noch zur Zeit, wo das Entoderm sich schon zur Hohlkugel ausgebreitet hat. Das Auftreten einer flachen Zellenschicht zwischen Ektoderm und Entoderm bleibt einstweilen noch problematisch: VAN BENEDEN bezeichnet sie, aber gewiss mit Unrecht, als Mesoderm.

Es lässt sich aus der sonst so ausgezeichneten Beschreibung VAN BENEDEN's nicht mit Sicherheit entnehmen, in welcher Weise die ursprüngliche Eiaxe durch die Umlagerung der ersten 4 Blastomeren verlegt wird; nur dieses geht mit Bestimmtheit daraus hervor, dass Eiaxe und Axe der zukünftigen Gastrula nicht zusammen fallen! Und ebenso lehren die Abbildungen aller übrigen Arbeiten, welche die Furchung des Säugethiereies verbildlichen, dass eine Verlagerung der Eiaxe während des zweiten Furchungsstadiums stattfindet, während eine so frühzeitige Scheidung der Eizelle in ektoblastische und entoblastische Blastomeren nirgends vermerkt ist; vielmehr sollen die Furchungszellen anfänglich gleich sein an Grösse und Beschaffenheit. Ausstossung von Dotterkorn-Ballen wurde nirgends beobachtet.

Anders beim Opossum. Weder die ersten zwei, noch die ersten vier Blastomeren unterscheiden sich untereinander; eine Verlagerung derselben findet nicht statt, und die dritte Furchungsebene schneidet rechtwinklig zu den ersten beiden ein. Das Letztere konnte allerdings nicht direkt beobachtet werden, geht aber aus der Gestalt der vier Blastomeren hervor; denn dieselben sind konisch und neigen sich mit ihren spitzeren Enden gegeneinander, indem ihre Kerne nicht centrisch, sondern den spitzeren Enden genähert liegen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass durch die dritte Furchungsebene jede der vier Blastomeren in eine kleinere ektodermale und eine grössere und körnchenreichere entodermale Zelle zerfällt, doch konnte dies Verhalten wegen der mangelhaften Durchsichtigkeit des Eiweissmantels nicht mit Schärfe constatirt werden; sicher ist aber, dass, bevor noch circa 32 Zellen entstanden sind, ein beträchtlicher Unterschied der die vordere und hintere Seite der Blastula bildenden Zellen existirt: erstere sind kleiner und durchsichtiger, letztere grösser und durch zahlreiche Körner getrübt. Ich glaube aus diesen Befunden den Schluss ziehen zu dürfen, dass die Eifurchung beim Opossum sich in ihren Anfangsstadien nicht wesentlich unterscheidet von derjenigen Art wie sie bei den meisten übrigen äqual sich abfurchenden Eiern beobachtet worden ist, wo die Eiaxe mit der Axe der Gastrula vollständig oder doch nahezu zusammen fällt.

Die Gastrulation und Anlage des Mesoderms geschieht aber durchaus nicht vollkommen und rein nach dem Typus der Invagination bezw. der Divertikelbildung des Urdarms, wie dies doch bei den holoblastischen Eiern der Enterocoelier die Regel ist, und in dieser Beziehung stimmt die Blätteranlage beim Opossum mit der der übrigen Säugethiere überein. Und nicht nur mit dieser, sondern auch mit der der übrigen Amnioten. Bekanntlich hat man schon längst aus der auffallenden Congruenz der Blätteranlage bei allen Amnioten Rückschlüsse auf die Stammverwandtschaft der Mammalia und Sauropsidae gezogen. Die Entwickelung des Opossum bietet manche Eigenthümlichkeiten, welche die Berechtigung dieser Schlussfolgerungen in helles Licht setzen, und ich will daher meine Ansichten über die Frage nach der Herkunft der Säugethiere, soweit sich dieselbe auf die ontogenetischen Thatsachen stützt, hier ausführlicher darlegen. Auf die einschlägige Literatur einzugehen, würde zu weit führen und wäre auch überflüssig, da diese Fragen in der letzten Zeit vielfach ventilirt sind.

Wie alle Wirbelthiere, so gehören die Mammalien sicherlich zu den Enterocoeliern (im Sinne der Gebrüder Hertwig). Gleichwohl vollzieht sich die Gastrulation nicht nach dem Typus der Embolie, sondern der Urdarm entsteht als ein solides Gebilde, als Zellenplatte, welche sich auf Umwegen zu den, allen Wirbelthierembryonen zukommenden 4 Grundorganen herausbildet, nämlich dem eigentlichen Darm, den beiden Coelomsäcken und der Chorda dorsalis. Noch bei den Amphibien erscheinen die letzteren drei Gebilde ursprünglich als Urdarm-Divertikel, wie bekanntlich O. Hertwig (No. 10) und später etwas ausführlicher Lampert (No. 15) zur Evidenz dargethan haben; bei den Mammalien hingegen ist dieser typische Entstehungsmodus derart verändert, dass Chorda und Coelomsäcke hier kaum noch als Derivate des Urdarms erkannt werden können, ja bis in die neueste Zeit hinein meistens als Ektodermgebilde beschrieben wurden, eine Auffassung, welche sich mit unseren morphologischen Grundbegriffen so wenig verträgt, dass sie eine ernstliche Widerlegung nicht beanspruchen kann und deren eigentlich auch nicht bedarf. Das lehrt die nachfolgende Betrachtung, welche durch Heranziehung der Blätteranlage bei den Knochenfischen zugleich den Versuch in sich schliesst, die frappante Analogie jener Modificationen der Blätteranlage darzuthun, welche sich in verschiedenen Wirbelthierklassen, unabhängig von einander, herausgebildet hat: als Ursache dieser Modificationen erscheint in allen Fällen die Anwesenheit eines grossen Nahrungsdotters.

Nicht nur bei den meroblastischen Eiern der Reptilien und Vögel, sondern auch bei denen der Haie und Teleostier geschieht die Gastrulation und Mesodermanlage nicht durch den Process der Aus- und Einstülpung; der grosse, dem Protoplasma des Eies angefügte Nahrungsdotter setzt der freien Entfaltung dieser Primitivorgane ein mechanisches Hinderniss entgegen: Urdarm, Chorda und Coelomsäcke treten als solide Gebilde auf, und erlangen erst später ihre Lumina.

Bei den Knochenfischen z. B., wo mir diese Verhältnisse aus eigener Anschauung durch die Untersuchungen von Kowalewski's (No. 18 und 19) genauer bekannt

geworden sind, erscheint der Entoblast anfangs als eine, unter dem Ektoderm gelegene Platte, deren Zellen aber anfänglich nicht gegen den Dotter abgesetzt sind, vielmehr mit ihren Leibern in den gemeinsamen Dotter ohne Grenze übergehen, so dass anfangs der Dotter selbst als unterer Abschnitt der Entoblastzellen zu betrachten ist. Durch fortgesetzte Theilung dieser im Dotter fussenden Entoblastzellen entsteht eine mehrschichtige Zellenplatte, welche sich in der Folge in fünf Partieen gliedert: 1) eine dem Dotter auflagernde unterste Zellschicht, welche, vermuthlich in Folge ihrer intimen Verbindung mit dem Dotter, bald zu Grunde geht, indem die Kerne zerfallen; dies ist die sog. „intermediäre Schicht“; 2) die eigentliche Darmanlage besteht aus einem kleinen, häufig als Blastoporus sich öffnender Sack (KUPFFER's „Allantois“), und einem kopfwärts sich fortsetzenden soliden Zellenstrange (Anlage des Mitteldarms); 3) ein dicker rundlicher, über dem letzteren gelegener, ebenfalls auf der „Allantois“ fussender Zellenstrang, die Chorda; und 4) zwei seitliche Zellenlappen, die Anlage der Coelomsäcke. — Die wahre Natur der Chorda, sowie der Coelomsäcke als Urdarmdivertikel ist also im Ei der Knochenfische nicht mehr zu erkennen, indem sich dieselben von ihrem Mutterboden, nämlich von der sub 2 genannten Darmanlage, erst dann sondern, nachdem sie die Gestalt umfänglicher Zellenstränge angenommen haben. Ob ihr eigentlicher Bildungsheerd ausschliesslich die „Allantois“ sei oder ob der vor derselben gelegene solide Zellenstrang sich nicht ebenfalls am Aufbau des Mesoderms (Chorda und Coelomsäcke) betheilige, ist, wie ich glaube, noch nicht entschieden. Leicht zu constatiren ist aber, dass der Blastoporus, welcher in Folge der ausserordentlichen Verflachung der Keimscheibe nach oben gedrängt wird, sodass derselbe hinten auf den Rücken des Embryos zu liegen kommt, sich dauernd schliesst, dass das Ektoderm denselben überwuchert, dass ferner das Lumen der Allantois (vielleicht nur zeitweilig?) schwindet, und endlich dass die Allantois selbst, wenigstens einige Zeit lang, scharf von der vor ihr liegenden soliden Darmanlage abgegrenzt ist.

Ganz ähnlich, wenn auch mit einigen Abweichungen, geschieht die Gliederung des Urdarms oder Entoblasts in den meroblastischen Eiern der Sauropsiden. Auch hier kann man die gleichen Abschnitte der Keimblätter zu gewissen Zeiten unterscheiden: 1) eine dem Dotter auflagernde Zone von Zellen, welche, wie z. B. GASSER (No. 8 und 9) beim Ei des Kanarienvogels zeigte, anfänglich nicht gegen den Dotter abgesetzt ist, sondern vielmehr erst während der Furchung sich abschnürt, eine Art „intermediärer“ Schicht, die aber hier nicht zu Grunde geht, sondern am Aufbau des Embryos theilnimmt; dies ist der als Parablast, Dotterzellen, Dotterkerne, Bodenzellen etc. beschriebene Theil des Entoblasts. 2) Das eigentliche Entoderm, bestehend aus einer anfangs soliden Zellenplatte, die sich bald in zwei Partieen trennt, nämlich in den als Gastrulamund oder Prostoma nach Aussen sich öffnenden „Primitivstreif“ mit der Primitivrinne (Axenstrang, HIS, KUPFFER), und die eigentliche Darmanlage (Paraderm, KUPFFER), vulgo „Entoderm.“ 3) Die Chorda dorsalis, welche nach vornen aus dem Primitivstreif

hervorwächst („Kopffortsatz“ des Primitivstreifs, „Chordaanschwellung“). 4) Die beiden Sichelhörner (KUPFFER, KOLLER) oder Mesodermlappen, als deren Mutterboden ebenfalls die Wandungen der Primitivrinne zu betrachten ist, und welche zweifellos die Anlage der paarigen Coelomsäcke darstellen, während das rinnenartige primäre Lumen derselben, welches quer zur „axialen“ Primitivrinne steht oder dieselbe durchkreuzt, als Sichelrinne bezeichnet ist.

Die Analogie der Blätteranlage bei den Knochenfischen einerseits, bei den Amnioten andererseits ist frappant, und es wäre hiermit wieder ein hübscher Beleg beigebracht, wie bei verschiedenen Thiergruppen unabhängig von einander ähnliche Veränderungen des Eies (einseitige Anhäufung von Nahrungsdotter)[1]) auch ähnliche Umgestaltungen der Primitivorgane zur Folge haben. Es ist nur die Frage, ob die hier gezogene Parallele auf richtigen Deutungen beruhe! Daran zweifle ich nicht, nachdem ich die Entwickelung der Selachier, Knochenfische, Amphibien, Vögel und Säugethiere selber an frischen Objecten und an Präparaten näher verfolgt habe. Die sog. „Allantois“ der Teleostier muss ebenso wie die „Primitivrinne“ (Primitivstreif, Axenstrang, HIS und KUPFFER) der Amnioten als hinterer Abschnitt des Urdarms betrachtet werden, denn beide Gebilde stehen, sei es dauernd (Teleostier), sei es vorübergehend (Canalis neurentericus der Amnioten) mit der vorderen Darmanlage (vulgo Entoderm) in Verbindung, auf beiden Gebilden fusst das Mesoderm (Chorda und Coelomsäcke); beide Gebilde endlich markiren den Ort des Gastrulamundes, und zwar bei den Knochenfischen häufig, bei den Amnioten stets in Gestalt einer veritabeln Einbuchtung.

Nur ein einziges Bedenken kann gegen die hier gezogene Parallele erhoben werden: es ist nämlich bisher noch nicht bewiesen, ob die „Allantois“-Oeffnung der Knochenfische, sowie die Primitivrinne der Amnioten mit dem vegetativen oder Invaginations-Pole der Blastula identisch sei. Diesen Nachweis vermag ich zwar auch nicht zu liefern, aber der folgende Sachverhalt ist doch wohl geeignet, die Frage der definitiven Entscheidung nahe zu bringen.

Die Keimblase des Opossum lässt circa 10 Stunden nach Beginn der Furchung schon den Fruchthof unterscheiden; in seinem Bereiche sind die Ektodermzellen grösser und dicker. Zugleich ist immer auch noch der Ort der Entodermeinstülpung, der Blastoporus zu erkennen; derselbe liegt nicht in der Mitte des Fruchthofs, sondern deutlich excentrisch. Excentrisch in der Keimscheibe liegt ebenso die Primitivrinne der Sau-

1) Die Anhäufung von Nahrungsdotter im Ei bedingt bekanntlich nicht ohne Weiteres eine Modification des Furchungsprocesses. Alle Echinodermeneier z. B. furchen sich total, sowohl die kleinsten mit spärlichen, als auch die hundertmal grösseren mit zahllosen Dotterkörnern. Auch die Eier der Amphibien weisen ja eine totale Furchung auf, obwohl sie reichlich mit Dotterkörnern beladen sind. Eine partielle Furchung tritt nur da auf, wo die Quantität des Protoplasmas gegen die Dottermassen ganz zurücktritt und verschwindend klein wird. — Alecithale Eier im eigentlichen Sinne sind mir noch nicht vorgekommen; Reservestoffe in Form von Körnchen, Plättchen oder Tropfen finden sich wahrscheinlich in allen reifen thierischen Eiern, sei es, dass sich dieselben aus dem Eiprotoplasma direkt verdichten, sei es, dass sie durch eindringende zerfallende Granulosazellen oder Wanderzellen gleichsam als fremde Körper im Ei deponirt werden, um vor, während oder nach der Furchung gelöst und assimilirt zu werden.

ropsiden und Teleostier, und da nun VAN BENEDEN und JULIN nachgewiesen haben, dass in der Gastrula der Fledermäuse einige echte Entodermzellen sich nicht in's Innere begeben, sondern oberflächlich liegen bleiben, sich den benachbarten Ektodermzellen in gleichem Niveau anschliessen und gleichsam eine Lücke des Ektodermmantels ausfüllen — so hat die Annahme nichts Befremdendes mehr, dass diese mit den benachbarten Ektodermzellen in Contact stehenden oberflächlichen Entodermzellen ihren Ort nicht verlassen und, nachdem die übrigen Entodermzellen sich an der Innenseite des Ektoderms ausgebreitet haben, als Bildungsheerd der Chorda und der Coelomsäcke fungiren. Schon KUPFFER nennt die Zellen der Primitivrinne (des „Axenstrangs," wie er dies Gebilde mit HIS bezeichnet wissen will), entodermale, eben weil aus ihnen das Mesoderm hervorgeht; hier wäre aber die immerhin sehr auffallende oberflächliche Lage der hinteren Urdarmtasche durch ontogenetische Befunde erklärt.

Wenn demnach die Wandung der Primitivrinne nichts anderes ist als der hintere Abschnitt des Urdarms, welcher sich in Folge der frühzeitigen enormen Flächenausdehnung der Keimscheibe vom übrigen blattartig sich ausbreitenden Theile des Entoderms abgrenzte, so erscheint es doch seltsam, dass diese Vorgänge bei den Säugethieren deutlicher wahrgenommen werden können als bei ihren Vorfahren, den Sauropsiden. Darauf ist zu erwidern, dass die Eifurchung bei Reptil und Vogel bisher noch nicht mit genügender Genauigkeit untersucht wurde. Ich zweifle nicht, dass der Ort des Gastrulamundes auch in der Keimscheibe der Sauropsiden, bevor noch die Furchung ihren Abschluss erreicht hat, wird aufgefunden werden, und zwar als eine excentrisch an deren Oberfläche gelegene Zellengruppe. Es würde zu weit führen, den Einfluss hier näher zu erörtern, welchen die Anwesenheit des grossen Nahrungsdotters der Sauropsiden auf die Verlegung der verticalen Eiaxe in eine tangentiale Gastrulaaxe ausüben könne.[1]) Beim Opossum ist dieser Process der Axenverlegung aus den Abbildungen der Tafel XVII und XVIII leicht abzulesen; bei den Sauropsiden ist derselbe noch unbekannt. Hier fehlen Beobachtungen.

Aus diesen Betrachtungen lässt sich der folgende Schluss ziehen. Da die Blätteranlage der Säugethiere nach jenem complicirten Modus geschieht, wie derselbe ausserdem nur noch bei meroblastischen Eiern beobachtet wird, so müssen wir annehmen, dass die direkten Vorfahren der Säugethiere meroblastische Eier besassen. Die Complication der Blätteranlage bei den Säugethieren ist eine atavistische Reminiscenz; sie vererbte sich von den Reptilien auf die Säuger und erhielt sich auch dann noch fast unverändert, nachdem der Nahrungsdotter aus den Eiern allmählig zum Verschwinden gekommen war; functionell trat dann an Stelle des Nahrungsdotters die Lymphe des mütterlichen Uterus, die Uterinmilch, das Serum der Uteringefässe.

---

1) RAUBER giebt in seinem bekannten Aufsatze „Noch ein Blastoporus" ein Schema der Blätteranlage der Vögel. Ausser der Primitiv- und Sichelrinne wird hier noch ein zweiter Blastoporus, ein „Prostoma marginale" unterschieden. Ich halte diese Auffassung nicht für richtig, wie ich an einer anderen Stelle erläutern werde

Dass ferner das gemeinsame Vorkommen einer Allantois, eines Amnion, eines Dottersacks, eines „Fruchthofes," sowohl bei Mammalien als bei Sauropsiden, auf eine Stammverwandtschaft hinweisen, ist schon längst hervorgehoben.

V. Die Keimblase circa 2½ Tag nach Beginn der Furchung.

Nur eine einzige Keimblase im Alter von 60 Stunden stand mir zu Gebote. Dieselbe ist auf Tafel XX in Figur 1—3 und α—ε dargestellt.

Inmitten der Area opaca liegt der biscuitförmige Embryo, an welchem bei durchfallendem Lichte drei Urwirbel, die Chorda und die Primitivrinne sehr deutlich erkennbar waren (Fig. 1). Fig. 2 stellt einen etwas schematisirten Durchschnitt durch die Mitte des Embryos dar; die schwache Einbuchtung in dem Bereiche der Embryonalanlage fand sich auch bei dem frischen Ei. Ektoderm und Entoderm sind, wie die Querschnitte beweisen, durchaus einschichtig, die Zellen des letzteren sämmtlich abgeplattet, die des Ektoderms im Gebiete der Stammzone höher, im Uebrigen kubisch oder kurz prismatisch (Fig. ε), mit Ausnahme von drei Stellen, an welchen eine mächtige Wucherung der Ektodermzellen stattgefunden hatte (Fig. 1 δ', Fig. ε). Dergleichen ektodermale Zellenwucherungen fand ich bei allen Keimblasen bis zum Alter von 5 Tagen ohne Ausnahme, und zwar stets ausserhalb des Fruchthofs. Es kann kein Zweifel darüber aufkommen, dass die Ektodermknoten sich auf Kosten der noch übrig gebliebenen Eiweissschicht gebildet haben, aber ich glaube doch nicht fehlzugreifen, wenn ich die Ursache ihrer Entstehung als atavistische Erscheinung auffasse. Bei den Sauropsiden nämlich fällt den Ektodermzellen die Aufgabe zu, den grossen Nahrungsdotter zu umwachsen. Wenn nun die Tendenz einer raschen Zellmehrung einmal vorhanden, so kann sie auch da noch manifest werden, wo sie keinen Werth mehr hat, nämlich im Ei der Mammalien. Die Veranlassung zu einer lebhafteren Zelltheilung ist aber bei den Mammalien in der Anwesenheit der nährenden Eiweissschicht gegeben, und sobald nur erst die Zellvermehrung an einer Stelle in Fluss gekommen ist, so kann sie hier lebhafter vor sich gehen als an anderen Orten.

Die in Fig. 1 abgebildete Keimblase wurde nach erfolgter Einbettung in circa 900 Schnitte zerlegt, welche, unter fortschreitender Drehung des Paraffinblocks, alle nahezu senkrecht auf den Embryo trafen. Von den vielen Schnitten, die ich zeichnete, habe ich nur einige abbilden lassen.

Soweit der Gefässhof reicht, bildet das Mesoderm eine continuirliche Zellenlage, welche nur durch ein mittleres Feld (Chorda nebst angrenzenden Längsfeldern) unterbrochen ist. Diese Verhältnisse sind in Fig. 3 übersichtlich dargestellt, indem zugleich die wechselnde Dicke des Mesoderms durch die Abtönung der Farbe zum Ausdruck gebracht wurde.

Die Primitivrinne ist nur unbedeutend vertieft. Auch später fand ich sie stets nur als seichte Rinne, die endlich im Mesoderm zu verstreichen scheint oder auch vielleicht sich zum hinteren Abschnitte der Chorda umwandelt, um schliesslich von Ektodermzellen, wie ich glaube, überwuchert zu werden; doch habe ich diese Veränderungen nicht näher verfolgen können, weil mir das betreffende Untersuchungsmaterial fehlte, und ich kann meine Vermuthungen nur auf verschiedene Hinweise stützen, die sich mir, wenn auch ohne beweisende Sicherheit, bei der wiederholten Durchsicht meiner Schnittserien aufdrängten. Ich werde deshalb auf diese Frage nicht wieder zurückkommen

Ebensowenig geben mir meine Präparate über das Verhältniss der Chorda zu den Coelomlappen neue Aufschlüsse. Denn dass beide Primitivorgane noch einige Zeit nach ihrem Hervorwachsen aus der Wandung der Primitivrinne vollständig getrennt bleiben können, wie es thatsächlich hier der Fall, ist nichts Neues. Was aber den peripherischen Endsaum, den „Keimwulst" des Mesoderms betrifft, so zeigte sich hier nirgends die mindeste Andeutung einer Entstehung von Mesodermzellen in loco, noch eine Betheiligung des Ektoderms oder Entoderms; er markirte sich auf den Schnitten niemals als Wulst oder Anschwellung, und erst mit der Anlage des Sinus terminalis erscheint auch die peripherische Grenze des Mesoderms bezw. des Gefässblattes, scharf abgesetzt. Vergl. Tafel XXII, Fig. 15; Tafel XXIII, Fig. 7.

VI. Keimblasen im Alter von 3 Tagen

finden sich auf Taf. XX Fig. 4 und auf Taf. XXI abgebildet. Ueber Gestalt der Embryonalanlage geben die Figuren selbst, sowie die Tafelerklärung Aufschluss und da ich bemerkenswerthe Details nicht zu melden habe, so beschränke ich mich nur auf einige Bemerkungen. Die Entstehung des Gefässsystems ist in einem späteren Abschnitte behandelt.

Die Keimblasen dieses Alters waren alle kugelrund, nur im Bereiche der eigentlichen Embryonalanlage zeigte sich eine sehr unbedeutende Verflachung, in Biscuitform. Ueber die durch beginnende Abhebung der Keimfalten (Taf. XXI Fig. 2) entstandenen Einfaltungen zieht die gespannte Granulosamembran Zr unbetheiligt weg (in Fig. 2, 4—6 ist dieselbe nicht mitgezeichnet). Zwei Keimblasen lagen noch vollständig frei im Uterus, bei sechs anderen aber war die Granulosamembran im Bereiche des Fruchthofs schon mit der Uterinschleimhaut verklebt; die Verbindung war jedoch so locker, dass sich einige Keimblasen schon in Folge der unvermeidlichen Erschütterungen ablösten, welche die Uteruswand beim Auseinanderlegen erlitt.

Das Ektoderm ist durchgehends einschichtig. Soweit dasselbe die Medullarplatten bildet, sind seine Zellen prismatisch oder pyramidisch, im letzteren Falle alterniren die Kerne (Taf. XXI Fig. 2). Im Uebrigen erscheinen die Zellen kubisch oder etwas abgeplattet, an der dem Fruchthofe gegenüberliegenden Seite aber wieder prismatisch (Taf. XX Fig. 5).

Das Entoderm stellt ein einschichtiges geschlossenes Zellenlager dar; grösstentheils sind diese Zellen, sowie ihre Kerne stark abgeplattet, nur auf einzelnen Strecken erheben sie sich, werden dicker und stehen näher beisammen, nämlich unter den beiden Herzanlagen, unter den Keimfalten und hier und da partieenweise im Bereiche der Area vasculosa (Fig. 2—4). Unter der Chorda sehe ich in allen meinen zahlreichen Schnitten das Entoderm hinstreichen, allerdings überall fest mit ihr verlöthet und meist nur als dünne Haut sichtbar; doch liegen auch häufig Kerne des Entoderms an dieser Stelle. (In Fig. 3 sind versehensweise die Leiber der Chordazellen mit rothem Tone bedruckt).

Das Mesoderm lässt folgende Differenzirung erkennen.

Die Chorda (Taf. XX Fig. 4, Ch; Taf. XXI Fig. 1) erscheint in ihrer ganzen Länge als einschichtige Zellenplatte, welche sich nach hinten in den vorderen Theil der Primitivrinne allmählig verliert. Ungefähr in der Mitte besteht die Chorda eine Strecke weit aus nur zwei Zellenreihen (Taf. XXI Fig. 4, Ch), nach hinten verbreitert sich dieselbe und ebenso nach vornen, jedoch in der Halsgegend tritt eine Verschmälerung ein, vornen in der Kopfgegend wieder eine Verbreiterung (Taf. XXI Fig. 2). Der Embryo, Taf. XX Fig. 4, ist offenbar etwas (vielleicht nur um eine Stunde) jünger als der auf Taf. XXI abgebildete; in letzterem erscheint die Chorda noch weiter vorgedrungen und etwas breiter. Der vor dem Vorderende der Chorda gelegene helle Fleck ist der optische Ausdruck einer Einziehung des Entoderms, über welcher die Mesodermzellen ganz abgeplattet sind. Einen Canalis neurentericus habe ich nicht gesehen, zweifle jedoch nicht, dass ein solcher zeitweilig auftritt. Vorn im Kopfe, sowie eine kurze Strecke vor der Primitivrinne stehen die seitlichen Mesodermlappen hier und da mit den Chordazellen in Contact; aber sonst sehe ich beide Grundorgane auch hier noch vollständig der Länge nach geschieden.

Die ursprüngliche Entstehungsgeschichte des Gesammtmesoderms spiegelt sich demnach im Ei des Opossum noch treuer und unverfälschter ab als dies bei den Vögeln der Fall ist, wo die Scheidung der Chorda von den zwei seitlichen Mesodermanlagen erst viel später offenbar wird, nämlich erst nachdem die Ausbreitung des Gesammtmesoderms schon viel weiter vorgeschritten ist. Dass aber bei den Amnioten sowohl Chorda wie Coelomlappen nicht in Form hohler Säcke, sondern als solide Stränge entstehen, fand seine Erklärung schon längst in dem Umstande, dass erstens der Fruchthof der Sauropsiden sich ganz ausserordentlich verflacht, und dass zweitens die Primitivrinne selbst kaum noch die Gestalt eines Sackes trägt, sondern als flache Einsenkung erscheint, deren Derivate darum eben auch nicht mehr als Blindsäcke, sondern als solide Zellplatten sich anlegen. Bedeutungsvoll sind immerhin die Hohlräume der Chorda, welche bei den Sauropsiden in späteren Entwickelungsphasen, wenn auch nur vorübergehend, auftreten.

Die Umgestaltungen, welche die Mesodermlappen erlitten, haben mir keinerlei neue Aufschlüsse dargeboten. Grossentheils stellen sie ein unregelmässig-zweischichtiges Zellenlager dar, seitlich im Bereiche der Primitivrinne liegen aber stellenweise vier bis

fünf Zellen übereinander, wie die Quer- und Längsschnitte lehren, während in der Area vasculosa unregelmässig stellenweise zwei, stellenweise nur eine Schichte von Mesodermzellen sich befinden. In der Stamm- und Parietalzone ist aber sehr deutlich erkennbar: a) eine doppelte Zellplatte, welche hier und da schon eine Höhle (Urwirbelhöhle, Coelom) aufweist (Fig. 3—4), und b) darunter liegende vereinzelte Zellen, die dem Gefässblatt angehören, und auf welche wohl auch das Endothelrohr des Herzens zurückzuführen ist (Fig. 3, c, Ed). Sehr hübsche Bilder lieferten die Schnitte, welche quer mitten durch die Primitivrinne geführt waren; von dem Boden derselben strahlen Zellenketten aus, oft 4—5 auf einem Schnitte, und die häufigen Kernfiguren deuten auf's Schärfste ihre Bildungsstätte an (Fig. 6—7).

Ueber dem Niveau des Embryonalschildes erheben sich die Ränder der Kopfanlage, die vordere Keimfalte und, in Fortsetzung derselben, die Seitenränder der Medullarplatten im vorderen Drittel ihrer Gesammtlänge (Fig. 1—4). Dieser Umschlagsrand erscheint vorn und seitlich in der Kopfanlage bei durchfallendem Lichte dunkler als die Umgebung (Fig. 1); seine Höhlung ist von Mesodermzellen erfüllt (Fig. 2, V). Die Gebilde, welche in Fig. 4 der Taf. XX mit y bezeichnet sind, stellen radiär ausstrahlende Zellenketten des Mesoderms dar; sie gehören offenbar zur „Urwirbelplatte des Kopfes". Auch bei weiter vorgeschrittenen Embryonen ist diese in's Auge fallende Wachsthumsrichtung der Mesodermzellen noch zu erkennen (Taf. XXII Fig. 5—7).

Die Herzanlage ist scheinbar doppelt (Taf. XXI Fig. 1). Figur 3 deckt sich fast vollkommen mit der Abbildung, welche KÖLLIKER (No. 3) von einem Kaninchenembryo giebt. Die Herzwand c erscheint als rinnenförmige Einbuchtung des splanchnischen Mittelblatts, in welcher das Endothelrohr Ed liegt.

Ueber die Entstehung der Blutgefässe habe ich keine Beobachtungen machen können, denn bei den Embryonen der nächstfolgenden Entwickelungsstufe war das Blutgefässsystem schon sehr weit ausgebildet. In der Fig. 1 (Taf. XXI) erscheint die Area opaca mit radiär ausstrahlenden dunkleren, unregelmässigen Streifen: dieselben dokumentiren sich in Schnitten als lokale Verdickungen des Mesoderms.

In derselben Figur ist auch schon die erste Andeutung der hinteren Amnionfalte erkennbar; an dieser Stelle war das Mittelblatt deutlich zweischichtig.

VII. Entwickelung der Leibesform, der Ei- und Embryonalhüllen.

In den vorhergehenden Kapiteln wurden die während der ersten drei Tage einander folgenden Entwickelungsstufen einzeln besprochen, für die Folge schlage ich jedoch einen anderen Weg der Darstellung ein, nämlich die Beschreibung nach Organsystemen. Ich entgehe dadurch der Gefahr der sonst unvermeidlichen Wiederholungen und hoffe auch auf diese Weise der Orientirung des Lesers besser zu Hilfe zu kommen. Ausserdem aber habe ich mir hier die Aufgabe gestellt, nur diejenigen Verhältnisse eingehender

zu erörtern, welche irgend welche Aufschlüsse geben über die Phylogenie der Marsupialier im Allgemeinen, und über die Entstehungs- und Bildungsgeschichte solcher Organe, welche bei den Beutelthieren als atavistische Reste, als Uebergangs- oder als Anfangsbildungen erscheinen. Eine detaillirtere Beschreibung aller Organe würde, um befriedigend auszufallen, denn doch ein reichlicheres Material erheischen als mir zu Gebote steht, und würde mich verhindern, demnächst einige andere Themata in Angriff zu nehmen, welche ich schon zu Faden geschlagen habe und welchen ich meine Kräfte mit besserem Erfolge glaube zuwenden zu können.

A. Die Granulosa.

In den ersten 4—5 Tagen (nach Beginn der Furchung) wird die Keimblase ringsum begrenzt durch eine homogene Membran, in welcher durch Tinctionsmittel zahlreiche Kernreste nachweisbar sind (Taf. XVII Fig. 12). Ungefurchte Eier aus der oberen Hälfte des Oviductes besitzen als äussere Hülle die Granulosazellen (Taf. XVII Fig. 1). Ich schliesse aus diesen Befunden, dass, während die Eier den Eileiter passiren (was vielleicht einen Zeitraum von 2—3 Tagen beanspruchen mag), die Granulosazellen sich allmählig in eine Membran verwandeln, welche ich Granulosamembran nenne.

Mit der Vergrösserung der Keimblase verdünnt sich auch die Granulosamembran. Gegen Ende des dritten oder im Anfange des vierten Tages, wo sie nur noch als dünne Hülle erscheint und der Wand der Keimblase fest anhaftet, verklebt dieselbe im Bereiche des Gefässhofs locker mit der Uterinschleimhaut. Oeffnet man zu dieser Zeit einen Uterus, so zeigt sich derselbe mit wasserheller Lymphe prall gefüllt, während die Keimblasen, hier und da, lose an der Wand ankleben. Die Thatsache, dass die Anhaftung ausschliesslich und immer im Bezirke der Area vasculosa geschieht, vermag ich mir nur durch die Annahme zu erklären, dass die Granulosamembran an dieser Stelle erweicht und klebrig geworden ist.

Im Verlaufe des fünften Tages wird die Resorption dieser Membran eingeleitet und 5 Mal 24 Stunden nach Beginn der Furchung liegt an der dem Gefässhofe abgewandten Hälfte der Keimblase schon das Ektoderm frei zu Tage. Der freie zugeschärfte, lappige Rand der Granulosamembran reicht noch etwas über den Fruchthof hinaus (Taf. XXIII Fig. 1). Nachdem dann gegen Ende des sechsten Tages die Wand der Keimblase begonnen hat runzelig zu werden und mit ihren Falten in die Krypten der Uterusschleimhaut einzudringen, schwindet auch der letzte Rest der Granulosamembran.

Die Function der Granulosa wäre demnach folgende. So lange das Eileiter-Ei noch nicht befruchtet ist, liegen die Granulosazellen als schützende Decke locker auf dem Eiweissmantel und gestatten den Spermatozoen den Durchtritt; sobald diese aber in das Ei eingedrungen sind, verflacht sich die Granulosa zu einer festen Membran. Bald darauf lockert sich der den Gefässhof überdeckende Theil und dient dem Ei als

Haftfläche. Nachdem auf diese Weise die innige Berührung des Gefässhofs mit der Uteruswand hergestellt ist, schwindet die Granulosamembran an der freien Fläche der Keimblasen und nun wachsen alle Keimblasen mit ihren gegenseitigen Berührungsstellen zusammen, halten sich dadurch gegenseitig fest und sichern damit auch für die Zukunft die günstigsten Ernährungsbedingungen der Frucht, da der Gefässhof jeder Keimblase mit der Uterusschleimhaut in Contact geblieben ist. Dann erst wird auch der Rest der Granulosamembran resorbirt, — sicherlich zum Vortheile der Frucht; denn ihre Anwesenheit würde von nun an dem Uebertritt der Nährflüssigkeit des Uterus in die Keimblase eine Schranke entgegenstellen.

B. Der Eiweissmantel

ist im Eierstocksei noch nicht vorhanden, wie ich aus Schnittserien durch mehrere Ovarien schliesse. Während das Ei im Oviduct hinabsteigt, lagert sich das Eiweiss allmählig in concentrischen Schichten unter der Granulosa ab und erreicht endlich eine bedeutende Dicke (Taf. XVII Fig. 1 und 3), — ähnlich wie dies bei einigen anderen Säugethieren beobachtet ist. Nach Beginn der Gastrulation wird dann der Eiweissmantel resorbirt und zwar schreitet die Auflösung in der Nähe des vegetativen Poles der Gastrula rascher vorwärts als an der gegenüberliegenden Seite. Ungefähr einen halben Tag nach Beginn der Furchung fängt die Keimblase und damit zugleich der Eiweissmantel an, sich auszudehnen, das Eiweiss schwindet mehr und mehr, so dass am dritten Tage, oder zuweilen etwas später, über dem Fruchthofe selten noch Spuren davon aufzufinden sind (Taf. XIX Fig. 2 und 6), während ausserhalb desselben die Verflüssigung und Assimilation bis in den fünften Tag hinein währt.

Ich vermag zwar nicht zu unterscheiden, ob der Eiweissmantel des Säugethiereies das gleiche Gebilde wie bei den Sauropsideneiern sei, aber ich glaube, dass die Parallele richtig ist. Die Granulosamembran des Opossum wäre dann der Dotterhaut der Vögel und Reptilien homolog, während bei den meisten Placentalien eine solche Dotterhaut entweder nur bei dem jungen Eileiter-Ei in der Gestalt der Granulosa erhalten bleibt, dann aber abfällt, oder aber — was ich wegen Mangels an eigener Erfahrung nur vermuthungsweise aussprechen kann — in manchen Fällen, wie z. B. beim Kaninchen als sog. „Rauber'sche Zellen“ erscheint.

Die letzten Reste der Eiweissschicht finden sich bisweilen noch an Chorien ausgetragener Embryonen, in der Regel aber fallen sie 2—3 Tage früher der Resorption anheim, indem sie zugleich mit der Verschmelzung der Chorien und der damit verbundenen erneuten Thätigkeit der Ektodermzellen schwinden. Unter 27 Keimblasen von 5 Tagen lag in mehr als 20 Fällen je ein knopf- oder warzenartiger Vorsprung des Ektoderms an der gegenüberliegenden inneren Seite der Keimblasenwand, von ungefähr gleicher Beschaffenheit, wie dies Fig. *s* Taf. XX zeigt; in 3 Fällen waren mehrere solcher Wucherungen vorhanden, in einigen fehlten sie ganz.

C. Das Amnion.

Bevor ich auf die eigenthümliche Beschaffenheit und Function des Amnion näher eingehe, will ich einer Entdeckung gedenken, welche VAN BENEDEN und JULIN (No. 6) beim Kaninchen und der Fledermaus machten. Nach der durch instructive Abbildungen erläuterten Beschreibung dieser Forscher ist der ganze Vordertheil des Kaninchenembryo anfangs von einem „Proamnion" umhüllt, welches nur aus Ektoderm und Entoderm besteht. Dieses Proamnion schwindet aber in dem Maasse als das eigentliche, aus Ektoderm und Mesoderm zusammengesetzte hintere „Amnion" sich vergrössert, und der Embryo zieht sich schliesslich ganz in das letztere zurück. Nicht nur beim Kaninchen, sondern auch bei allen (?) Nagern mit invertirten Keimblättern, ferner beim Hunde, bei der Eidechse und beim Hühnchen entstehe ein solches Proamnion und sei vermuthlich das Attribut aller Amnioten.

Nach dieser Darstellung soll also das Proamnion ein transitorisches Organ sein, welches allmählich durch das eigentliche Amnion vollständig verdrängt wird. Sicherlich trifft das in den meisten Fällen zu, aber ich kann hier drei Beispiele anführen, in denen 1) das Proamnion überhaupt nicht auftritt, 2) anfänglich weder die hintere noch die vordere Amnionfalte Mesoderm oder Entoderm enthalten, 3) das Proamnion als dauerndes, hingegen das eigentliche Amnion als transitorisches Gebilde erscheint.

1) Bei der Maus und Ratte (Heft I und III dieser „Studien") besteht die vordere Amnionfalte schon im Anbeginn ihres Auftretens aus Ekto- und Mesoderm, grade ebenso wie die hintere; niemals betheiligt sich das Entoderm an diesen Faltenbildungen.

2) Beim Meerschweinchen wird vorderes und hinteres Amnion anfangs ganz allein vom Ektoderm gebildet und erst später erhält sowohl das wahre wie das falsche Amnion einen Beleg von Mesodermzellen; das Entoderm bleibt unbetheiligt (Heft III Fig. 69—75).

3) Beim Opossum umhüllt das aus Ekto- und Entoderm bestehende Kopfamnion (wie ich das von VAN BENEDEN und JULIN als „Proamnion" bezeichnete Gebilde nennen will) vier Tage nach Beginn der Furchung ungefähr das vordere Drittel des Embryonalkörpers, während das Rumpfamnion, welches aus Ekto- und Mesoderm zusammengesetzt ist, dessen hintere zwei Drittel umfasst. Am Ende des fünften Tages sind beide Falten fast gleich gross und am Ende des sechsten Tages ist der ganze Embryo ausschliesslich vom Kopfamnion (Ekto- und Entoderm) umkleidet, während das Rumpfamnion sich hinter den Schwanz zurückgezogen hat (Tafel XXV—XXVI). Das Kopfamnion spielt also hier die Rolle eines Dauerorgans, hingegen ist das Rumpfamnion das transitorische Gebilde geworden.

In allen diesen Fällen und auch bei den übrigen Amnioten erscheint nur das Ektoderm als der einzige constante Factor für die Bildung des Amnion. Zur Festigung dieser ektodermalen Amnionfalten werden dann die anderen beiden Keimblätter zugezogen, vorne meistens das Entoderm, da das Mesoderm hier noch fehlt, hinten die Somatopleure.

Aber von dieser Regel giebt es Ausnahmen; denn wenn zur Zeit wo die vordere Amnionfalte sich erhebt, in diesem Bereiche schon Mesodermgewebe vorhanden ist, dann übernimmt dieses die Versteifung der Falte und das Entoderm bleibt von der Amnionbildung vollständig ausgeschlossen (Ratte und Maus); fehlt dagegen das Mesoderm noch vollständig zur Zeit der Amnionanlage, so können beide Amnionfalten aus nur einer ektodermalen Lamelle bestehen (Meerschweinchen). Ausnahmslos aber wird die ektodermale Amnionfalte durch ein zweites Blatt, sei es früher oder später, verstärkt, jedoch hängt es sicherlich von Nebenumständen ab, ob z. B. das Kopfamnion dauernd aus Ekto- und Entoderm bestehen bleibt (Opossum), oder ob zwischen beide Lamellen die Somatopleura des Rumpfamnion als sackartige Erweiterung sich einschiebt und so Ekto- und Entoderm auseinander drängt. Wollte man die Amnionfalten, je nach der verschiedenartigen Betheiligung der Keimblätter an ihrem Aufbau, mit besonderen Namen belegen, so wäre hiermit, wie mir scheint, wenig gewonnen, zumal die Sache nicht von so grosser Wichtigkeit ist. Das Wesen dieses Processes liegt gewiss nur darin, den Embryo mit einer Hülle zu umgeben, und da die Entstehungsgeschichte dieser Embryonalhülle auf ganz plausible Weise durch das Einsinken des specifisch schwereren Embryo in den Dotter erklärt werden kann, in Folge dessen die zu Flächen ausgebreiteten Keimblätter den Embryo überwallten und endlich vollständig einhüllten, da ferner die Amnionhöhle doch immer vom Ektoderm ausgekleidet wird und stets nur eine einzige Amnionhöhle vorhanden ist, so kann ich die verschiedenen Amnionfalten trotz ihrer differenten Structur doch nur für ein einheitliches Organ ansprechen. Grade aus der Variabilität der Structur darf auf ihre genetische Zusammengehörigkeit gefolgert werden; die Bezeichnung „Proamnion“ erscheint mir deshalb nicht passend, und ich halte es für richtiger, die Amnionfalten mit solchen Namen zu belegen, welche nicht sowohl ihre wechselnde Beschaffenheit oder die variable Zeitfolge ihrer Entstehung, sondern vielmehr ihre ursprüngliche Lagebeziehung zum Ausdruck bringen.

Noch eine Bemerkung habe ich hier beizufügen. VAN BENEDEN und JULIN betrachten den Act der Blätterumkehrung bei Nagethieren — wenn ich ihre Meinung richtig verstehe — so zu sagen als eine vorzeitige Amnionbildung. So gerne ich mich ihrer Deutung anschliesse, dass der von mir als „Träger“ bezeichnete Abschnitt des Ektoderms identisch sei mit dem „epiblastischen Hufeisen“ des Kaninchenembryos, welches allmählich mit dem Uterinepithel verschmilzt, so leuchtet mir doch nicht ein, wie die Amnionbildung mit der Inversion der Keimblätter in Beziehung gebracht werden könne? Vielmehr geschieht die Amnionbildung bei Ratte und Maus nachdem die Blätterumkehrung vollendet ist; danach erst bilden sich die Amnionfalten in ganz typischer Weise, und der ganze Unterschied zwischen der Bildung einer amniotischen Höhle bei den Nagern mit invertirten Keimblättern einerseits, und den übrigen Amnioten anderseits läuft schliesslich darauf hinaus, dass sich das Ektoderm bei jenen während der Gastrulation (wo die Distanzen noch klein sind und Verschiebungen leicht von Statten gehen) über dem Ort

der Blätterinversion zusammenschnürt und dadurch eine Höhle formirt, innerhalb welcher die Amnionfalten sich erheben — während bei den übrigen Amnioten eine solche „Ueberamnionhöhle“ oder „falsche Amnionhöhle“ nicht vorgebildet wird. Aber diese Abschnürung einer vor-amniotischen Höhle steht doch in keinem inneren Connex mit der Entstehung der Amnionfalten selbst, wie die Embryologie der Ratten und Mäuse genugsam beweist, während beim Meerschweinchen diese Verhältnisse allerdings etwas schwieriger zu verstehen sind, aber meines Erachtens nur in der angegebenen Weise ungezwungen erklärt werden können. Wollte man die Entstehung des Trägers als Amnionbildung deuten, so müsste das eigentliche Amnion als Neubildung betrachtet werden, eine Anschauung, welche der ernstlichen Widerlegung garnicht bedarf.

Nach dieser einleitenden Bemerkung will ich nunmehr die Gestalt und Function des Amnion beim Opossum ausführlicher besprechen.

Die erste Anlage desselben ist mir unbekannt geblieben. Drei Tage nach Beginn der Furchung ist nur die hintere Amnionfalte schwach angedeutet, und 24 Stunden später ist der Embryo nahezu ganz vom Amnion eingehüllt; Zwischenstadien konnte ich nicht bekommen, kann daher auch nicht entscheiden, an welcher Stelle das Kopfamnion sich anlegt.

Ich beginne daher mit der Schilderung des Amnion fünf Tage nach Beginn der Furchung.

Auf Tafel XXIV ist diese Configuration des Kopf- und Rumpfamnion dargestellt; der Amnionnabel ist noch offen und von der Granulosamembran überdacht (Fig. 1, Zr). Das Kopfamnion (Ekto- und Entoderm) umhüllt Kopf- und Halsgegend, das Rumpfamnion (Ekto- und Mesoderm) den Hinterkörper des Embryo; beide stossen unmittelbar an den Venae omphalo-mesentericae zusammen und verlöthen sich hier dauernd. Die Grenzlamelle zwischen Kopf- und Rumpfamnion ist jetzt sowohl wie bis zur Geburt immer im Niveau der Dotternabelvenen zu suchen! Vergl. Tafel XXVI Fig. 3 die schmale Lamelle zwischen den beiden Venen Vom. Auf den Abbildungen der Tafel XXIV ist diese Grenzlamelle noch vielfach gebuchtet; denn während das Rumpfamnion sich rasch nach vorne ausbreitet und den Rand des Amnionnabels fast allein bildet, so senkt sich der Hinterrand des Kopfamnion in Gestalt einer Niesche oder Tasche mitten zwischen das Rumpfamnion ein, um mit einer schmalen Stelle noch den Rand des Amnionnabels zu erreichen. Zur Veranschaulichung dieser etwas complicirten Gestaltungen habe ich auf Tafel XXIV zwei perspectivische Figuren beigefügt: in Figur 3 ist das gesammte Entoderm mit blauem, in Figur 4 das Rumpfamnion nebst Gefässhof mit rothem Farbentone bezeichnet. Man denke sich beide Figuren in einander gefügt, um eine richtige Vorstellung von der Ausbreitung des Kopf- und Rumpfamnions zu erhalten. Die durch einen Pfeil bezeichnete Niesche des Kopfamnion der Figur 3 fügt sich zwischen die hohlen Vorbuchtungen iii der Figur 4 ein; der Amnionnabel amn erscheint zum

grössten Theile vom Rumpfamnion und nur an einer kleinen Stelle vom Kopfamnion umrandet. In dem Felde B — aber auch nur hier — fehlt das Entoderm; unter dieser Fläche liegt die sog. Interamnionhöhle des Rumpfamnion. Beiläufig sei bemerkt, dass die Zipfel der durch einen Pfeil bezeichneten Tasche des Kopfamnion in Figur 3 solid sind, wie aus den Querschnitten Figur 5 und 6 deutlich hervorgeht. Selbstverständlich kann die Interamnionhöhle des Rumpfamnion niemals mit der Faltenhöhle (Nische) des Kopfamnion in Communication treten, da die erstere bekanntlich ein Theil des Coeloms ist, während die letztere mit dem Dottersack und Darm in offener Verbindung steht. Im Betreff der weiteren Details vergleiche man die Figurenerklärung der Tafeln XXIII bis XXIV, ferner die Holzschnitte auf Seite 136.

Die Veränderungen, welche die beiden Amnionfalten in den nächsten 24 Stunden erleiden, sind auf Tafel XXVI zur Anschauung gebracht. Aus Figur 2 ist ersichtlich, wie der Embryo von der Eiperipherie nach Innen gerückt ist, wie zugleich mit der Vergrösserung des Körpers auch das Kopfamnion gewachsen ist, und wie ferner die „Interamnionhöhle“ des Rumpfamnion i durch die gegen das Eicentrum auswachsende Allantois All ausgebaucht wurde (I; Tafel XXV Fig. 2). Der im Querschnitt dreieckige Stiel, an welchem der Embryo aufgehängt erscheint, wird aus folgenden Zellenschichten gebildet: Innen ist er durchweg austapeziert vom Mesoderm, Aussen wird er vom Entoderm umkleidet; zwischen diesen Zellenplatten liegt in der schmalen, von den Venae omphalomesentericae flankirten Lamelle noch ein doppeltes Ektodermblatt, während die breiten über die Allantois sich ausspannenden Wandungen lediglich aus Entoderm und Splanchnopleura bestehen. Diese Verhältnisse lassen sich leicht aus der Figur 2 Tafel XXIV construiren, wenn man sich den Amnionnabel geschlossen denkt, also die Nischentasche des Kopfamnion mit dem Umschlagsrand des dahinter gelegenen Rumpfamnion in Berührung und flächenhafter Verschmelzung; zugleich wird auf diese Weise klar, dass auf dem Felde B (Fig. 3) niemals Gefässe auftreten können, da dasselbe ausschliesslich von Ektoderm und Somatopleura gebildet wird, während die Splanchnopleura, also auch das Gefässblatt in diesem Bereiche fehlt.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass die Somatopleura des Rumpfamnion zwischen die Blätter der hinteren Zipfel der Kopfamnionnische in Form einer soliden Zellplatte einwuchert, sodass der Amnionnabel unmittelbar vor seinem Verschlusse ringsum eine Einlage von Mesodermgewebe besitzt (Taf. XXIV Fig. 6—8).

Im VIII. Capitel ist die physiologische Erklärung gegeben, warum das Gesammtamnion des Opossum nicht jene Ausbildung erreicht wie bei allen übrigen Amnioten, sondern mitten in seiner Entwickelung plötzlich Halt macht: das Amnion der Beutelthiere ist eine, durch die eigenthümliche Art der Ernährung nothwendig bedingte Hemmungsbildung.

D. Chorion.[1])

Bevor ich dazu übergehe die Veränderungen zu beschreiben, welche die Keimblasenwand während des Uterinlebens erleidet, will ich die hier gebrauchten Bezeichnungen erläutern.

Ich verbinde damit eine Vergleichung der Keimblasenwand beim Opossum und bei den placentalen Säugern, die sich durch die Besprechung der bisher üblichen Benennungen gleichsam von selbst ergiebt.

Wenn man die Eihüllen der Säugethiere zu verschiedenen Zeiten ihrer Entwickelung miteinander vergleicht, so zeigen sich die grössten Unterschiede. Der Zeit nach lassen sich folgende Phasen aufstellen.

1. Nachdem die Furchung abgelaufen, ist bei allen Keimblasen ein äusserer Mantel von Ektodermzellen zu finden, welcher entweder in dieser Form bis zum Ende des Foetallebens persistirt (Opossum), oder zum grössten Theil zur Membran sich verflacht unter Schwund der Kerne (RAUBER'sche Zellen der Placentalia), und dann meist wieder durch neue Ektodermzellen ersetzt wird, bisweilen jedoch nicht (Nager mit invertirten Keimblättern; siehe Heft III dieser Studien). Die äussere Lage von Ektodermzellen, wo diese überhaupt später vorhanden, ist also nicht bei allen Säugethierkeimblasen, in streng morphologischem Sinne, identisch oder „homolog". Für die Weiterentwickelung der Embryonen scheint dieser Unterschied jedoch irrelevant, und man kann ihn einstweilen ausser Acht lassen. Bei vielen Placentalia gehen in einer späteren Entwickelungsphase auch die an Stelle der RAUBER'schen Zellen getretenen Ektodermzellen der Keimblase in Folge der Placenta-Bildung theilweise zu Grunde, bei anderen geschieht dies nicht (Schaf, nach BONNET). Mit spärlichen Ausnahmen ist demnach die Keimblase wenigstens eine Zeit lang aussen von Ektodermzellen begrenzt, und diese nenne ich nach dem Vorgange K. E. VON BAER's das „Exochorion".

2. Unter dem Exochorion findet sich anfänglich ein einschichtiges Lager von Entodermzellen; nur beim Meerschweinchen breiten sich diese letzteren nicht vollständig aus, sondern lassen einen Theil der ursprünglichen Ektodermzellen (hier RAUBER-sche Zellen) frei, so dass der Dottersack auffallender Weise nicht geschlossen wird. Von dieser einzigen Ausnahme darf man absehen, wenn es sich um Darstellung typischer Verhältnisse handelt. Aber ein anderer, wichtiger Unterschied verdient volle Beachtung. Während bei allen Placentalia diese Entodermlage später vom Exochorion räumlich getrennt wird, so bleibt dieselbe beim Opossum zu etwa $^3/_5$ des Eiumfangs bis zur Geburt fest mit dem Exochorion verlöthet! (Holzschnitt C.). — Ich halte es für unnöthig, für die aus Exochorion + Entoderm zusammengesetzte Keimblasenwand einen neuen

1) Unter „Chorion" verstehe ich die „Keimblasenwand" oder „Eiwand", ohne Rücksichtnahme auf die Structur.

Namen einzuführen, wiewohl diese Structur fast bei sämmtlichen Säugethiereiern, wenn meistens auch nur transitorisch vorkommt.

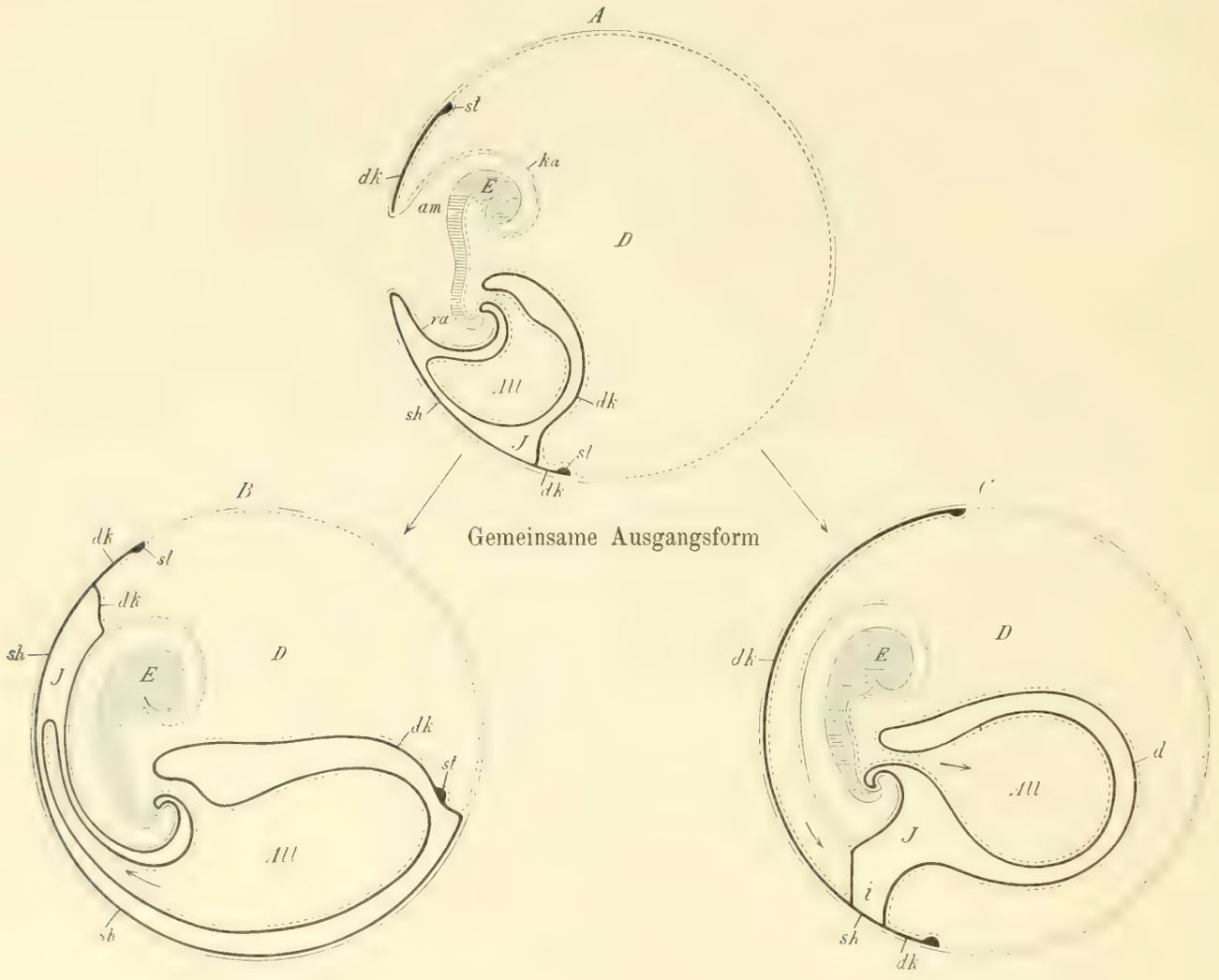
3. Zwischen Exochorion und Entoderm dringt alsbald das Mesoderm ein und spaltet sich in die Somato- und Splanchnopleura, sodass schliesslich die Somatopleura mit dem Exochorion verlöthet wird, während das Entoderm sich von der äusseren Eiwand loslöst und nebst der Splanchnopleura den „Dottersack" bildet. — Die aus Exochorion und Somatopleura bestehende Hülle nannte VON BAER die „seröse Hülle". TURNER hat den Ausdruck „subzonale Membran" vorgeschlagen; weil jedoch die „Zona" schon frühzeitig schwindet, so gebraucht BONNET das Wort „amniogenes Chorion" oder auch „Primitivchorion". Gegen letzteren Ausdruck ist einzuwenden, dass das primitive Chorion doch eigentlich aus Ektoderm und später auch noch aus Entoderm besteht, und ferner dass grade bei den Vorfahren der Placentalia, nämlich den Beutelthieren, die Keimblase nur in ganz geringer Ausdehnung aus Ekto- und Mesoderm zusammengesetzt wird (Holzschnitt C, i). Geeigneter wäre der Ausdruck „Prochorion", der jedoch von HENSEN für die Zona + Gallertschichte des ungefurchten Säugethiereies angewendet wurde. Ich werde mich deshalb an die BAER'sche Bezeichnung halten, oder, wenn Verwechselungen nicht möglich sind, schlechthin den Namen „Chorion" gebrauchen.

4. Schwieriger wird es, die weiterfolgenden Veränderungen der Keimblasenwand durch passende und mundrechte Worte zu charakterisiren, weil sich gar grosse Differenzen einstellen. Ich schlage vor, als „Allantois-Chorion" oder Placentar-Chorion den Theil der Keimblasenwand zu bezeichnen, gegen welchen sich die Allantois mit ihren Gefässen anlegt, als „Dottersack-Chorion" diejenige Region, welche mit den Gefässen des Dottersacks (bei manchen Säugethieren) verschmolzen bleibt. Das Wort „Chorion" bleibt dann als allgemeine Bezeichnung für die Keimblasenwand übrig und kann in gleichem Sinne wie „Keimblasenwand" benützt werden, ohne Rücksicht aus welchen Gewebsschichten dieselbe bestehen mag. In letzterem Sinne wurde ja auch der Ausdruck „Chorion" von den älteren Embryologen gefasst, und ich halte es nicht für praktisch, mit BALFOUR die Bezeichnung „wahres Chorion" (= Allantoischorion) und „falsches Chorion" (= Dottersackchorion) in so beschränkter Bedeutung anzuwenden, wie er es will. — Zweckmässiger und richtiger wäre es, von einem Euchorion (= Allantois-Corion) und Pseudochorion (= Dottersack-Chorion) zu sprechen.

Nach diesen einleitenden Bemerkungen schreite ich zur Beschreibung des Chorion beim Opossum.

Wie bereits sub 2 erwähnt worden, persistirt der grösste Theil des Chorion in seinem frühesten Bau bis zur Geburt, besteht also nur aus Ektoderm und Entoderm (Holzschnitt C); der übrige Theil — je nach der Entwickelungsstufe der Keimblase $^1/_3$ bis $^2/_3$ des Chorion umfassend — wird dauernd von dem Gefässhofe, d. h. den Dottersackgefässen, eingenommen, innerhalb deren stets eine gefässfreie Stelle zu finden ist (seröse Hülle Ektoderm + Somatopleura; Holzschnitt C, sh).

Der Gefässhof ist in der ersten Anlage rundlich; bei dem 3 Tage alten Embryo zeigt er einen ovalen Umriss (Taf. XXI Fig. 1); 24 Stunden später erscheint er wieder rundlich (Taf. XXII Fig. 1 st, g). Zu dieser Zeit sind die Gefässbahnen schon deutlich abgegrenzt, wie aus den Querschnitten ersichtlich. Da wo die Ränder des Amnionnabels



All Allantois	*d* der vorgestülpte Theil des Dottersacks (Nische)	*E* Embryonalkörper	*ra* Rumpfamnion
am Amnionhöhle	*dk* Dottersackkreislauf (Gefässhof)	*J* Interamnionhöhle (Coelom)	*sh* seröse Hülle
D Dottersack		*i* Haftstiel des Embryo	*st* sinus terminalis
		ka Kopfamnion	

Die Pfeile deuten die Wachsthumsrichtung an, die punktirte Linie das Entoderm, die dicke Contourlinie das Mesoderm, die feine das Ektoderm.

sich gegeneinander biegen, liegt die gefässfreie Region, sodass der Gefässhof also stets die Gestalt eines breiten Ringes besitzt, mit einer excentrisch gelegenen, gefässfreien Stelle (Taf. XXIV, das Feld B in Figur 3, das Feld I in Figur 4). Diese gefäss-

freie Stelle zeigt Anfangs den Umriss einer Pfeilspitze, wird aber am sechsten Tage schon auf ein kleines dreieckiges Feld beschränkt, auf dessen Rändern sich im Innern der Keimblase der dreikantige hohle Haftstiel des Embryos erhebt (Holzschnitt C; Taf. XXVI Fig. 2, 4 und 5 i). — Wie oben bereits bemerkt wurde, bleibt der Gefässhof des Opossum von Anfang bis zu Ende der Embryonalentwickelung mit dem Exochorion vereinigt und bildet einen Abschnitt der Keimblasenwand als gefässführendes „Dottersackchorion." — Anders verhält sich der Gefässhof aller anderen Amnioten; Anfangs mit dem Exochorion verschmolzen, wird er durch die sich erhebenden Amnionfalten, d. h. durch die Spaltung des Mesoderms in Somato- und Splanchnopleura, von der Keimblasenwand abgehoben und in's Innere der Keimblase hineingezogen, wodurch er seine Bedeutung als Athemorgan einbüsst. Der Gefässhof des Opossum kann hingegen vermöge seiner oberflächlichen Lage dauernd als Athemorgan und Nährorgan functioniren, der der übrigen Säugethiere erfüllt nur während des frühesten Embryonallebens diese Rolle, um bald durch die Allantois abgelöst zu werden. Diese Verhältnisse sind im VIII. und IX. Capitel näher ausgeführt.

Die ausserhalb des Gefässhofs liegenden Flächen der dicht aneinander gelagerten Keimblasen des Opossum beginnen während des sechsten Tages der Trächtigkeit innig und dauernd gegenseitig zu verwachsen (Taf. XXVIII Fig. 1 S), so dass alle in einem Uterus gelegenen Keimblasen zu einem einzigen Körper verschmelzen. Höchst selten und nur zufällig wird ein kleines Stück eines Gefässhofs, da wo derselbe mit dem Uterusepithel etwa nicht in Berührung gestanden hatte, in die Verwachsungslamelle mit hineingezogen (Taf. XXVI Fig. 1 B). Gegen Ende des sechsten Tages beginnt das Dottersackchorion sowie die nicht zur Verschmelzung gelangten gefässfreien Flächen des Chorion Ausbuchtungen zu treiben, welche sich in die Krypten des Uterus versenken, ohne jedoch mit dem Uterusepithel zu verwachsen (Taf. XXVIII Fig. 1 und 2 Ch). Die Chorionfläche vergrössert sich auf diese Weise continuirlich bis zum Ende des Foetallebens, und je älter die Frucht, um so reicher gliedern sich die Ausbuchtungen in Falten und Fältchen (Taf. XXVIII Fig. 2 Ch), während die Blutbahnen des Dottersack-Chorion immer zahlreicher werden und zugleich, wie mir schien, grösstentheils an Dicke etwas zunahmen.

Im Laufe des siebenten und achten Tages ändert sich die Form der Exochorion-Zellen im Bereiche des Gefässhofs. Bei weitem der grösste Theil dieser Ektodermzellen dehnt sich aus und nimmt blasige Form an, unter gleichzeitiger Vergrösserung der Kerne (Taf. XXVIII Fig. 5 d). In diesem Felde von blasigen Zellen bemerkt man gegen Ende der Incubation vereinzelte Fleckchen kleinerer nahezu kubischer Ektodermzellen (c und a) und hier und da sah ich an Schnitten sogar eine Andeutung von Zottenbildung (b) mit axialen Mesodermzellen. Diese Zöttchen enthalten jedoch niemals Gefässe, wie ich bestimmt versichern kann, und da sie nur äusserst spärlich vorkommen, so darf man auf ihre Existenz keinen besonderen Werth legen.

Auch ausserhalb des Gefässhofs vergrössern sich die meisten Exochorionzellen, so-

weit sie nicht mit denen benachbarter Embryonen zur Scheidewand verwachsen sind; aber ihre Form ist unregelmässiger, und meistens sind sie etwas kleiner als in der Region des Gefässhofs. Ausserdem trifft man im gefässfreien Chorion grössere Bezirke von kleineren kubischen Zellen an.

Die Entodermzellen des Chorion verändern gleichfalls vielfach ihre Gestalt während der letzten zwei Tage des Foetallebens. Sie werden cylindrisch oder birnförmig, zumal in der Nähe der grösseren Blutgefässe. Streckenweise behalten sie aber ihre frühere abgeplattete Form bei oder nehmen nur wenig an Volumen zu. Dies war z. B. an dem Präparate der Fall, welches auf Tafel XXVIII in Fig. 5 abgebildet ist, während an anderen Stellen die Cylinder- oder Birnform deutlich ausgesprochen war (Taf. XXVI Fig. 6 en).

Niemals war eine feste Verbindung des Chorion mit dem Uterusepithel oder auch nur eine Verlöthung nachzuweisen. (Siehe hierüber das IX. Capitel.)

Ein einziges Mal fand ich zwischen dem Chorion eines fast ausgetragenen Foetus und dem Uterusepithel einen frei liegenden Fetzen einer homogenen Membran, offenbar ein nicht resorbirtes Stück der Granulosamembran.

Die enorme Vergrösserung, welche die Exochorionzellen erleiden, erinnert an die gleichen Vorgänge bei den Nagern mit invertirten Keimblättern (Heft III, Tafel XIV). In beiden Fällen vermitteln die blasigen Ektodermzellen die Zufuhr von Uterinmilch in die Keimblasenhöhle. Aber während die embryonalen „Nährzellen“ bei jenen Nagern nur während der ersten Tage der Entwickelung diese Aufgabe erfüllen, um sodann zur Membran sich zu verflachen, so erhalten sie beim Opossum diese Gestalt in den letzten zwei Tagen vor der Geburt.

Ueber die Mesodermlage des Chorion habe ich beizufügen, dass in der Region des Gefässhofs eine Unterscheidung der Somato- von der Splanchnopleura nicht möglich ist. Eine merkliche Vergrösserung der Mesodermzellen findet überhaupt in der ganzen Ausdehnung der Keimblasenwand nicht statt.

Eine sonderbare Gestalt zeigt der Gefässhof des auf Taf. XXVI in Figur 4 abgebildeten Embryos von sechs Tagen (zwei Tage vor der Geburtszeit). Die auffallend kleine Keimblase lag eingepfercht zwischen anderen normalen Eiern, der Embryo, in der Entwickelung zurückgeblieben, war ein richtiger Mikrocephale. Umgekehrt war die Entwickelung des Chorion weit vorausgeeilt, indem an vereinzelten Stellen des Gefässhofs dunklere, schon mit blossem Auge sichtbare Flecken hervortraten; die mikroskopische Untersuchung ergab, dass dieselben durch die Vergrösserung oder Wucherung der Ekto- und Entodermzellen entstanden waren (Fig. 6) — ein Verhalten, welches bei den normalen Keimblasen erst später zur Beobachtung kommt.

E. Entwickelung der Leibesform.

Die Entwickelung der Leibesform geschieht beim Opossum in gleicher Art wie bei den übrigen Säugethieren. Nur folgende Unterschiede sind mir aufgefallen.

Keimblasen im Alter von drei Tagen zeigen schon einige Besonderheiten (Tafel XXI). Obwohl sich die Medullarwülste noch nicht erhoben haben, sind doch schon vierzehn Urwirbelpaare angelegt. Der Kopftheil (Fig. 1), zu welchem vermuthlich die beiden vorderen Urwirbel gehören, erscheint auffallend kurz, der Rumpf dagegen langgestreckt und die Primitivrinne weit nach vorn verlängert. Der vordere Umschlagsrand der Hirnplatte tritt auf Schnitten deutlich hervor (Fig. 2 y), während die Anlage des Mittelhirns seitlich glatt verstreicht; unterhalb des letzteren strahlen die Zellenketten der Urwirbelmasse radienförmig aus.

Verglichen mit den Embryonen der Placentalia eilt also der Rumpftheil des Opossum-Embryo in seiner Entwickelung der Ausbildung des Vorderkopfes voraus. Dies Verhalten hat vielleicht insofern einen tieferen Sinn, als es an die geringe Grösse sowohl der Hirnanlage als auch des ausgebildeten Gehirns bei Reptilien erinnert. Auch bei dem Foetus des Opossum und bei dem Neugebornen ist das Gehirn ein gutes Theil kleiner als bei Placentalien von derselben Entwickelungsphase. Mit gleichem Rechte darf man die beträchtliche Verlängerung der Primitivrinne nach vorn als Reminiscenz an die ähnlichen Vorgänge bei Reptilien betrachten.

Weiterhin macht sich bei den Opossum-Embryonen eine beschleunigte Ausbildung der vorderen und eine retardirte Entwickelung der hinteren Extremität sowie des Schwanzes bemerkbar. Zwar legt sich auch bei anderen Wirbelthieren in der Regel die vordere Extremität etwas früher an als die hintere, aber bei den Beutelthieren ist dieser Unterschied viel auffälliger. Diese Anpassungserscheinung steht im Einklang mit der Anforderung, dass die Neugebornen sich in der Beuteltasche festhalten müssen. Möglich, dass die Klauen der Vorderfüsse auch zum Zerreissen des Amnion und des Chorion während des Geburtsaktes dienen müssen.

Als Anpassungserscheinung muss auch die Ueberwachsung der Augenliderspalte und der Ohröffnung gedeutet werden. Der Kopf des Neugebornen ist ganz glatt, und der Ort, wo Auge und Gehörgang liegen, ist oberflächlich garnicht zu erkennen (Tafel XXIX Fig. 1—2).

Die Verwachsung der Seitenplatten des Körpers, die Kopfkrümmung sowie die Bildung des hinteren Körperendes haben mir keine neuen Gesichtspunkte geliefert. Es sei nur noch bemerkt, dass das neugeborne Opossum eine Kloake von beträchtlicher Länge aufweist; bei den weiblichen Thieren persistirt die Kloake während des ganzen Lebens.

Ueber die in den folgenden Capiteln zu besprechenden Organe bemerke ich Folgendes:

Wie oben erwähnt wurde, befinden sich sämmtliche Embryonen eines trächtigen Thieres stets auf der gleichen Entwickelungsstufe. Um eine vollständige Entwickelungsreihe zu bekommen, wären daher einige Dutzend belegter Weibchen erforderlich, die sich aber sehr schwer beschaffen lassen. Ich war schon recht befriedigt, als ich nach langer Mühe endlich dreizehn verschiedene Stadien der Entwickelung zusammengebracht hatte, aber dieses Material reicht doch nicht aus zu einer detaillirten Entstehungsgeschichte der einzelnen Organe, selbst wenn man sich auf die rein morphologischen Fragen beschränkt. Die zahlreichen Schnittserien und eine Anzahl von Zeichnungen und Modellen, welche ich bereits angefertigt habe, geben mir nur ungenügende Auskunft über die Entwickelung des Gehirns, des Geruchs- und Gehörorgans, der Lungen, des Zwerchfells, der Ur- und Dauerniere und des Skelets. Ich unterlasse es daher, meine Untersuchungen über diese Organe und Organsysteme schon an dieser Stelle zu publiciren, weil die gewonnenen Resultate noch zu lückenhaft sind.

Zu meiner Freude ist es mir vor Kurzem gelungen, auch einige australische Beutelthier-Arten in der Gefangenschaft zu züchten, und wenn auch die Zahl der Embryonen und Beuteljungen nicht allzu gross ist, so sind dieselben doch sehr geeignet, die an dem Opossum aufgefundenen Thatsachen zu ergänzen.

Der Embryologie einiger australischer Beutelthiere, welche im V. Hefte dieser „Studien" abgehandelt werden soll, werde ich demgemäss auch noch mehrere, das Opossum betreffende Detailuntersuchungen anschliessen können. In der vorliegenden Arbeit beschränke ich mich auf die Besprechung derjenigen Organe, deren Entwickelung beim Opossum genauer verfolgt werden konnte.

VIII. Die Allantois.[1])

Die Allantois der Sauropsiden spielt bekanntlich die wichtige Rolle eines embryonalen Athemorgans, während sie bei den höheren Mammalien die Ernährung und zugleich Athmung des Embryos vermittelt.

Die Allantois des Opossum ist dagegen als rudimentäres Organ zu betrachten, indem sie weder die Function der Athmung, noch die der Ernährung übernimmt, sondern beide Processe gänzlich dem Dotterkreislaufe überlässt; sie ist nicht mehr Athemorgan geblieben wie bei den Vorfahren, den Sauropsiden, und ist noch nicht zum Nährorgan geworden wie bei den Nachkommen, den placentalen Säugethieren. Die

1) Ich gebrauche hier, sowie im ferneren Verlaufe der Darstellung die Ausdrücke „Dottersackkreislauf" und „Gefässhof" als gleichwerthige; ebenso die Bezeichnungen „Chorion" und „Keimblasenwand".

Ausbreitung der Blutgefässe in der Allantoiswand ist beim Opossum eine sehr spärliche, beginnt sogar gegen Ende der Foetalperiode zurückzugehen, und da die Allantois niemals mit dem Chorion in Berührung kommen kann, indem sich zwischen sie und das Chorion noch eine andere Gewebsfalte einschiebt, so ist ihre einzige Bedeutung wohl nur die eines foetalen Harnbehälters. Demnach muss man sie als degradirtes, rudimentäres Organ betrachten.

Die erste Anlage der Allantois geht in typischer Weise von Statten (Tafel XXV Fig. 1 All), aber in ihrer weiteren Entwickelung schlägt sie doch eine ganz andere Bahn ein. Um einen Ueberblick über diese Verhältnisse zu gewinnen, vergleiche man die Holzschnitte A, B und C auf Seite 136, welche schematische Längsschnitte durch die Keimblase zur Anschauung bringen.

Die punktirte Linie bezeichnet das Entoderm, die zarten Linien den Ektoblast, die dicken Linien die Splanchnopleura, und ferner

E Embryonalkörper,	*ra* Rumpfamnion,
All Allantois,	*am* Amnionhöhle,
D Dottersack,	*dk* Dottersackkreislauf,
I Interamnionhöhle,	*st* sinus terminalis,
ka Kopfamnion,	*i* Haftstiel des Embryo,
sh seröse Hülle,	*d* der eingestülpte Theil des Dottersacks.

In der Fig. A ist das Amnion noch offen, in Fig. B und C bereits geschlossen gedacht.

Indem bei den Sauropsiden und placentalen Mammalien die Allantois sich in die Interamnionhöhle J (Coelom) vorstülpt (Fig. B), drängt sie den Dottersack vor sich her und löset denselben successive vom Chorion los: Die Allantois kommt nunmehr in direkten Contact mit der äusseren Keimblasenwand und der Oberfläche des Eies nahe, sodass hierdurch bei den Sauropsiden der Athmung, bei den Placentalia zugleich der Ernährung des Embryos Vorschub geleistet ist. — Beim Opossum dagegen (Fig. C) ist der Dottersack, d. h. das Entoderm desselben, ein für alle Mal mit der Keimblasenwand unzertrennlich verwachsen, und die sich vergrössernde Allantois vermag den Dottersack nicht vom Chorion zu lösen. Der Dottersack erleidet vielmehr durch die sich ausbuchtende Allantois eine Einstülpung, und erscheint nunmehr als häutiger lockerer Ueberzug der Allantois, als Nische, ohne aber jemals mit ihr zu verwachsen! In dieser Gestalt kann die Allantois des Opossum offenbar nicht mehr die Rolle eines Athem- oder Nährorgans erfüllen; denn selbst wenn sie durch fortgesetzte Vergrösserung die Peripherie des Eies erreichte (was nicht geschieht), so würde immer noch die doppelte Wand des eingestülpten Theils des Dottersacks d dazwischen liegen, ein Hinderniss, welches nur durch Verwachsung der fünf Zellenplatten zu überwinden wäre und jedenfalls den Gasaustausch in hohem Grade erschweren müsste. Die Behauptung geht also nicht zu weit, dass die Allantois des Opossum, so wie sie ist, überhaupt nicht geeignet erscheint, Athmung und

Ernährung des Embryos zu vermitteln. Es fragt sich nun, warum und auf welche Weise die Allantois der Beutelthiere ihre Bedeutung als Athemorgan einbüssen konnte? Das erkläre ich mir folgendermaassen.

Vergleicht man die Eier der Sauropsiden mit dem des Opossum, so stellen sich folgende Hauptunterschiede heraus. Der Dottersackkreislauf (Gefässhof) der Sauropsiden vermittelt die Zufuhr von Nahrung aus Dotter und Eiweiss und von Sauerstoff aus der Luft. Die Zufuhr von Sauerstoff ist aber keine sehr ergiebige, da derselbe sowohl Eihüllen wie Eiweissmantel durchsetzen muss, um zum Gefässhofe zu gelangen. Bei dem weiteren Wachsthum des Embryos genügt jedenfalls diese indirekte Zufuhr von Sauerstoff nicht mehr, und sie kann später um so weniger ausreichen, als ja der Dotter selbst, und damit auch der Dottersackkreislauf, sich continuirlich verkleinern! Ein anderes Organ muss deshalb die Athmung ermöglichen, die Allantois, welche sich unter der Eischale ausbreitet und eine grosse Berührungsfläche mit der für Gase permeabeln Schale darbietet.

Diese Verhältnisse ändern sich mit einem Schlage bei den Beutelthieren, wo die Schale fehlt, die Eihaut äusserst zart bleibt, die Eiweissschicht dünn und vergänglich ist und der Embryo den Sauerstoff nicht mehr aus der Luft beziehen kann, sondern der Uterinmilch oder den Blutgefässen des Uterus entnehmen muss. Während also die Dottergefässe der Sauropsiden stets von der Eischale räumlich weit entfernt sind, liegen diejenigen des Opossum von vornherein hart unter oder vielmehr in der äusseren Eihülle, welche sich mitsammt dem Gefässhofe während des Foetallebens stetig vergrössert; der Gefässhof kann also hier die Rolle eines Nähr- und zugleich eines Athemorgans spielen, indem er mit der von Gefässen durchsetzten und daher mit Sauerstoff beladenen Uteruswand in Contact tritt. Eines anderen Athemorgans bedarf es also nicht, und die Allantois wird wieder was sie ursprünglich bei den Amphibien war, ein „Harnsack“, dessen Lage und Gestalt sozusagen gleichgültig oder doch wenigstens von untergeordneter Bedeutung erscheint. Ja noch mehr. Für das jüngere Opossum-Ei muss es vielmehr als ein günstiger Umstand bezeichnet werden, wenn die Allantois sich nicht fest gegen die Eihülle anlegt, weil diese hierdurch verdickt und also die Diffusion der flüssigen Uterinmilch in die Dottersackhöhle erschwert würde. Beim Opossum nun insbesondere, wo alle Eier mit ihren gefässfreien Flächen dauernd verwachsen, hätte die Ausbreitung der Allantois unter der Eihülle gar keinen Sinn!

Aus dieser Betrachtung wird zugleich klar, warum die Beuteljungen nicht „ausgetragen“, vielmehr in auffallend frühem Stadium geboren werden: Die Nahrungszufuhr durch die Ei-Wand und durch den Dottersackkreislauf genügen dem gesteigerten Nahrungsbedürfnisse des Embryos nicht mehr, und die „unreife“ Frucht, welche noch sackförmige Lungen besitzt und deren Urnieren noch in voller Thätigkeit sind, wird aus dem Uterus entfernt, um in dem Secret der Milchdrüsen einen reichlicheren Nahrungsquell vorzufinden.

Wenn nun dennoch die Allantois der placentalen Säugethiere sich bis an die äussere Eihülle ausdehnt und ihre Blutgefässe zu einer Gefässscheibe entfaltet, so kann diese Umgestaltung nur dann nutzbringend für den Embryo sein, wenn die Allantoisgefässe mit der gefässreichen Uteruswand in intimere Beziehung treten als dies bei den Dottergefässen der Fall ist: Dann erst vermag die Allantois wieder als Athemorgan und zugleich allerdings auch als Nährorgan zu functioniren, grade wie der Dottersackkreislauf es vorher that.

Mehrere andere Thatsachen sprechen noch für die Richtigkeit dieser Auffassung. So finden wir z. B. in der Placenta des Kaninchens einen hübschen Beleg, dass sich am Aufbau derselben nicht nur die Gefässe der Allantois, sondern auch des Dottersacks (wenn letztere auch nur in ganz geringem Maasse) betheiligen. Eine Zeit lang sind ja beide Gebilde bei allen Placentalia gleichzeitig in Thätigkeit, und es wird von verschiedenen Bedingungen, so z. B. von der Gestalt und Lagerung des Eies, abhängen, in welcher Weise die Rückbildung des Dottersackkreislaufs und die Entfaltung des Allantoiskreislaufs vor sich geht. Bei der ursprünglichen Form der (indeciduaten) Placenta war vermuthlich die ganze Ei-Wand während des späteren Foetallebens durchsetzt von Gefässen, welche zum kleineren Theile dem Dottersack, zum grösseren der Allantois zugehörten.

Aus diesen Betrachtungen ziehe ich folgende allgemeinen Schlüsse, welche dazu dienen sollen, die morphologische und functionelle Bedeutung der primitiven Nährorgane des Opossum in's rechte Licht zu setzen.

1. Der Gefässhof oder Dottersackkreislauf muss bei allen Amnioten eine Zeit lang an der Oberfläche der Keimblase liegen bleiben, um vor Allem die Athmung des Embryos zu vermitteln.

2. Diese Dottersackathmung genügt ausschliesslich bei den Beutelthieren (Opossum) für die ganze Dauer des Embryonallebens; bei allen übrigen Amnioten fungirt sie immer nur im Anfange, wird aber baldigst durch die Allantoisathmung ersetzt.

3. Die Amnioten, als höher organisirte Thiere und als Landbewohner, bedürfen zur Entwickelung einer reichlicheren Nahrungszufuhr als die Amphibien. Der Dotter des Amphibien-Eies reicht nur aus um eine provisorische Larvenform auszubilden, welcher vermöge ihres Aufenthalts im Wasser Gelegenheit zum Nahrungserwerb geboten ist. Der neugeborne Landbewohner jedoch muss, aus leicht ersichtlichen Gründen, mit vollkommneren Apparaten ausgestattet sein, um leben zu können; zum Ausbau derselben muss also dem Ei eine grössere Menge von Nährsubstanz mitgegeben werden. Zugleich bedürfen die Eier der Sauropsiden einer schützenden Eischale, weil die Eier im Trocknen abgelegt werden.

4. Bei den Sauropsiden muss ferner eine neue Art der Embryonal-Athmung eingeführt werden. Denn während die Amphibienlarven durch die von den Fischen ererbten Kiemen und durch die Haut athmen können, wären diese Vorrichtun-

gen für die innerhalb der Schale sich entwickelnden Embryonen der Reptilien und Vögel unbrauchbar. Diese neue Art der Athmung besorgt der Dottersackkreislauf.

5. Der Dottersackkreislauf der Sauropsiden genügt aber nur während der ersten Entwickelungsperiode, weil der Sauerstoff der Luft nur spärlich auf indirektem Wege (durch Schale und Eiweiss hindurch) zu den Dottergefässen gelangen kann, und weil ferner der Dottersackkreislauf, gleichen Schritt haltend mit der Resorption des Dotters, sich continuirlich rückbildet. Deshalb muss die Function der Athmung alsbald einem anderen Organe übertragen werden, der Allantois, welche nichts Anderes ist als die von den Ichthyopsiden ererbte Harnblase.

6. Dass sich die Allantois der Sauropsiden ausserhalb des Embryonalkörpers ausdehnt, scheint erklärlich. Denn da die beiden Blätter des Mesoderms weit über den Bezirk der Embryonalanlage hinausreichen, so ist der Allantois ihre Wachsthumsrichtung vorgezeichnet: sie dringt in den Mesodermspalt ein, wächst zur Blase heran und treibt die Wandungen des Coeloms auseinander. Ebenso ist begreiflich, dass die Allantois sich zunächst hinter dem Embryo ausdehnt, weil sie ja am hinteren Ende des Embryos entsteht.

7. Durch das Vordringen der Allantois in das Coelom wird also der Dottersack abgehohen; dessen Wandung enthält aber die Dottersackgefässe, d. h. den primären embryonalen Athemapparat, welcher damit seine Rolle als solcher ausgespielt hat. Man kann also sagen, dass der primäre embryonale Athemapparat durch den secundären verdrängt werde, im eigentlichen Sinne des Worts.

8. Durch das Vordringen der Allantois in das Coelom muss zugleich der Embryo selbst aus seiner Lage gebracht und die „Rumpfamnionfalte“ gebildet werden, und zwar aus folgenden einleuchtenden Gründen. Man halte im Auge, dass die Somatopleura mit dem Ektoderm zur Körperwand (oder deren Fortsetzung), dagegen die Splanchnopleura mit dem „Gefässblatt“ und dem Entoderm zur Dottersackwand innig vereinigt ist, dass ferner am hinteren Ende des Embryonalkörpers beide Wandungen miteinander zusammenhängen. Wenn nun durch die vordringende Allantois Körperwand und Dottersackwand hinter dem Embryo weit auseinander gebogen werden, so sind in Bezug auf die Lagerung des Embryos drei Möglichkeiten gegeben. 1) Der Embryo behält seine Lage bei, bleibt also an der Oberfäche liegen. Dann würde die Fortsetzung der Körperwand rings um den Embryo ebenfalls ihre Lage behalten, die Dottersackwand dagegen in's Innere vorrücken müssen; letzteres wird aber verhindert durch die Dottermasse, welche nicht zurückweichen kann. 2) Der Embryo mitsammt der umgebenden Körperwand wird in die Höhe gehoben und über das Niveau der Dotteroberfläche emporgedrängt. Warum dies nicht geschieht, ist ohne Weiteres nicht leicht einzusehen, zumal ein solches Emporheben des Embryonalkörpers über den Dotter bei der Klasse der Fische zur Thatsache geworden ist, ohne dass sich eine Allantois im Coelom ausdehnte. Nur

dies ist plausibel, dass der Erfolg bei dem Sauropsiden-Embryo kein vortheilbringender wäre, indem der Embryonalkörper alsbald direkt mit der harten Schalenwand in störende Berührung kommen würde, die Allantois dagegen nicht so bald der Eischale nahe kommen könnte. Welche Motive aber auch die Veranlassung gegeben haben mögen, dass der Embryo nicht über den Dotter emporgehoben wird — die Thatsachen lehren, dass dem so ist. 3) Die sich vergrössernde Allantois buchtet die Körperwand hinter dem Embryo wallartig nach aussen, sodass der Embryo scheinbar in's Eiinnere sinkt. So geschieht es in der That. Die gebildete Falte der Körperwand (hinter der Embryonalanlage), das Rumpfamnion, bildet für den Embryo eine hintere Schutzhülle und verschafft zugleich der Allantois die Möglichkeit, der Eischale baldigst nahe zu kommen. — Die Bildung dieser Rumpfamnionfalte wird aber noch durch folgenden Vorgang begünstigt.

9. Fast bei sämmtlichen Wirbelthieren tritt schon frühzeitig die Kopfbeuge ein in Folge des frühzeitigen Wachsthums des primären Vorder- und des Mittelhirns; der Vorderkopf wächst, nahezu rechtwinklig zur Körperaxe, gegen den Dotter, und buchtet hierdurch die umliegende Körperwand nach innen. So entsteht in der Umgebung des Kopfes eine vordere Falte, die Kopfamnionfalte. Mag nun das höhere specifische Gewicht des Embryos Veranlassung geben, dass der Rumpf passiv in den weissen Dotter einzusinken beginnt und die seitlichen Verlängerungen der Kopfamnionfalte nach hinten hervorruft oder nicht — die Beobachtung lehrt, dass die Kopfamnionfalte allmählich sich nach hinten beiderseits ausdehnt und endlich mit der Rumpfamnionfalte zusammentrifft. Diese Vereinigung bildet die Ringform der Amnionfalte. Man darf wohl annehmen, dass beide Falten, sowohl das Rumpfamnion als das unabhängig davon entstandene Kopfamnion, sich gegenseitig in ihrer Bildung unterstützen müssen.

10. Die Kopfamnionfalte besteht jedoch nicht, wie die Rumpfamnionfalte, aus Ektoderm + Somatopleura, noch auch, wie man erwarten sollte, aus allen Keimblättern zugleich, sondern aus Ektoderm und Entoderm. Eine Erklärung dafür vermag ich nur aus der durch „Anpassung“ herausgebildeten Zweckmässigkeit zu geben: wenn das Kopfamnion aus allen 4 Blättern oder auch nur aus Ektoderm und Somatopleura bestände, so müsste durch den nach innen vorwachsenden Kopf des Embryos nothwendigerweise auch die Splanchnopleura und damit der Gefässhof nach innen gebuchtet und von der Eioberfläche entfernt werden, wodurch die Athmung beeinträchtigt würde. Diese Gefahr wird vermieden, indem im Gebiete der Zona pellucida eine sogenannte mesodermfreie Stelle gebildet wird, aus welcher das Kopfamnion seinen Ursprung nimmt.[1])

11. Sobald nun die Allantois der Sauropsiden die Rolle als Athemorgan übernommen hat, dringt sie immer weiter vor und hebt, die Wandungen des Coelom-

1) Nachträglich will ich bemerken, dass in einer Keimscheibe von drei Tagen, welche ich unlängst geschnitten, die Zona pellucida rings um die Anlage des Vorder- und Mittelhirns absolut mesodermfrei war (vergl. Tafel XXI Figur 1). Proximal und distal von diesem mesodermfreien Halbringe der Zona pellucida war das Mesoderm zweischichtig; die Abwesenheit von Mesoderm an dieser Stelle weiss ich mir daher nur so zu erklären, dass sich dasselbe hier zurückgezogen hat.

sacks auseinander treibend, den Dottersack mitsammt dem Gefässhofe, der jetzt als Athemorgan überflüssig geworden ist, vollständig von der Keimblasenwand ab. Bei dieser Gelegenheit umkleidet der Coelomsack die Ektodermlage des Kopfamnion, indem er gleichzeitig die Entodermschicht abspaltet und an deren Stelle tritt (Holzschnitt B). — Die Umkleidung des Kopfamnion mit einer Mesodermschichte ist also auf die fortgesetzte Ausdehnung der Allantois zurückzuführen. — Bei dem Opossum hingegen sistirt die Ausdehnung der Allantois sehr bald, der Gefässhof bleibt deshalb dauernd im Chorion liegen und das Kopfamnion wird nicht von der Coelomwand umkleidet (Holzschnitt C). Bei allen anderen Amnioten wird der Gefässhof früher oder später abgehoben. Weitgreifende Ausbreitung der Allantois und Persistenz des Dottersackkreislaufs sowie des Kopfamnion schliessen sich also gegenseitig aus. In allen Fällen, wo der Gefässhof abgehoben wird, muss aber an seine Stelle die Allantois als Athemorgan (eventuell auch als Nährorgan) einspringen.

12. Beim Opossum werden die typischen Beziehungen der Allantois und des Rumpfamnion zum Dottersackkreislauf ganz neue, weil hier der Gefässhof des Dottersacks a) die Rolle des Athemorgans, b) zugleich die Rolle eines Nährorgans spielt.

13. Zwar legt sich die Allantois und ebenso das Amnion des Opossum in gewöhnlicher Weise als hinteres Rumpf- und vorderes Kopfamnion an, aber innerhalb der Region des Gefässhofes darf sich die Allantois nicht ausbreiten, weil dadurch zugleich der Gefässhof von dem Chorion abgehoben werden und damit die Ernährung des Embryos unterbrochen würde. Somato- und Splanchnopleura des Gefässhofs werden also nicht getrennt, mit anderen Worten, der „Coelomsack“ erhält hier keine Höhlung, ergo muss das Kopfamnion bei den Beutelthieren persistiren! Ja noch mehr. Das Kopfamnion verdrängt sogar das schon gebildete Rumpfamnion bis auf eine kleine Stelle (die als „Haftstiel“ für den Embryo erhalten bleiben muss), oder mit anderen Worten, der vorgedrungene Coelomsack wird wieder zurückgedrängt, sodass derjenige Theil des Dottersacks (Splanchnopleura mit den Blutgefässen), welcher schon abgehoben war, nachträglich wieder an das Chorion herantritt (Holzschnitt A und C). Die Verdrängung des Coelomsacks hat also eine Vergrösserung des Gefässhofs zur Folge, was offenbar der Ernährung des Embryos vortheilhaft ist.

14. Die Allantois des Opossum kann daher, so lange sie dieselbe Lage beibehält wie bei den Sauropsiden, kein Athemorgan werden; sie ist ein rudimentäres Organ geworden.

15. Der Dottersackkreislauf des Opossum vermag aber den Embryo nur unvollkommen zu ernähren; das beweisen die mangelhaft entwickelten Neugebornen. Eine reichlichere Zufuhr von Nährmaterial müsste auf andere Weise bewerkstelligt werden, und hierzu findet bei den Placentalia die Allantois — dies vererbte, gefässhaltige, fast indifferente Organ der Marsupialier — Verwendung.

16. Aber die Allantois der Placentalia darf hier ebensowenig wie beim Opossum unterhalb des Dottersackkreislaufs sich ausdehnen, weil dadurch wiederum die Ernährung des Embryos unterbrochen würde; deshalb kann sich die Allantois anfänglich stets nur ausserhalb des Gefässhofs ausdehnen, indem sie zugleich den Coelomsack vor sich her schiebt und den gefässfreien Theil des Dottersacks von dem Chorion abhebt, um selber dafür mit dem Chorion zu verschmelzen!

17. Indem die Allantois der Placentalia sich zuerst an der gefässfreien Wand des Chorion ausbreitet, unterbricht sie nicht die Thätigkeit des Dottersackkreislaufs. Sie vermittelt allmählich Ernährung und Athmung des Embryos, und erst dann dehnt sie sich unter der Chorionoberfläche weiter aus, während der Coelomsack, von der Allantois immer weiter vorwärts geschoben, den Gefässhof abhebt und das Kopfamnion überkleidet. — Es erscheint auch ganz plausibel, dass die Allantois die Ernährung der Frucht auf die Dauer besser zu besorgen im Stande ist, als der Dottersackkreislauf; denn während der letztere gleichsam seit Alters her in bestimmte Formen gegossen ist, und, weil von Beginn der Entwickelung an thätig, eine gründliche „Umprägung“ nicht zulässt, so findet die Allantois Zeit und Gelegenheit, eine den erhöhten Anforderungen besser entsprechende Form anzunehmen, als der Gefässhof sie aufweist.

18. Merkwürdige „heterochronische Verschiebungen“ in der Bildung der genannten Organe treffen wir bei den Nagern mit invertirten Keimblättern; jedoch lassen sich diese ziemlich leicht aus der frühzeitigen Verwachsung der Keimblase mit der Uteruswand und der damit verbundenen Blätterinversion erklären. — Dies hier näher erörtern zu wollen, liegt jedoch zu weit ausserhalb des Rahmens der vorliegenden Untersuchung.

Diese Thesen, welche den Versuch enthalten, die Verschiedenartigkeit der Gestaltung von Gefässhof, Allantois, Amnion und Placenta aufeinander zu beziehen und auf physiologische Grundmomente zurückzuführen, haben zwar manches Problematische; gleichwohl scheinen sie mir geeignet, zur Klärung aller dieser Fragen beitragen zu können.

Eine tabellarische Uebersicht der hier erörterten Verhältnisse findet der Leser am Schlusse dieser Arbeit im XVI. Capitel.

Ueber das Wachsthum der Allantois beim Opossum geben die Abbildungen auf Tafel XXV—XXVII nähere Aufschlüsse. Man vergleiche hierzu die Tafelerklärungen. Ein Durchschnitt durch die Allantoiswand ist auf Tafel XXV in Figur 4 wiedergegeben. Die Gefässverzweigungen sind im folgenden Capitel besprochen.

Ausdrücklich sei nochmals hervorgehoben, dass die Allantois niemals mit der ausgestülpten Nische der Dottersackwand in Berührung gefunden wurde; zwischen beiden lag stets eine Flüssigkeitsschicht. Auf Tafel XXVIII sind in Figur 1 zwei miteinander verwachsene Keimblasen dargestellt, in denen die Allantois im Maximum ihrer Entwickelung zu sehen ist. Aehnlich auf Tafel XXVII Fig. 6. In beiden Abbildungen ist die Dottersackwand, von welcher die Allantois locker überzogen war, künstlich entfernt.

IX. Das Gefässsystem.

Der embryonale Kreislauf des Opossum zeigt, verglichen mit dem der übrigen Allantoidea, folgende wesentliche Eigenthümlichkeiten.

Sämmtliche Blutbahnen des Gefässhofes oder die „Dottersackgefässe“ liegen beim Opossum in gleichem Niveau. Bei den Sauropsiden finden sich bekanntlich im Gefässhofe zwei Gefässnetze übereinander, nämlich ein oberflächliches Netz, welches aus der Rückenaorta entspringt, und ein darunter gelegenes, das in die Dottervenen einmündet, während dagegen bei Vespertilio murinus und dem Kaninchen nach Ed. v. Beneden und Julin und wahrscheinlich bei sämmtlichen Säugethieren alle Gefässe wiederum in ein und demselben Niveau angetroffen werden.

Ferner behält der Gefässhof des Opossum die Form eines Flächen-Abschnitts des Chorion bis zum Ende des Foetallebens bei; er allein vermittelt die Athmung und die Ernährung der Frucht; sein Umriss bleibt rundlich oder oval. Bei den Sauropsiden dagegen umwächst der Gefässhof allmählich den Dotter vollständig; er büsst damit zugleich seine Bedeutung als Athemorgan ein und vermittelt dann nur noch die Nahrungszufuhr, indess der Austausch von Kohlensäure und Sauerstoff durch die Allantois übernommen wird. Anders bei den placentalen Säugethieren, wo der Gefässhof zwar anfänglich als Athem- und Nährvorrichtung fungirt, bald aber beide Functionen zugleich an die Allantois abgiebt und dadurch eine vollständige oder fast vollständige (Kaninchen) Rückbildung erleidet.

Demnach werden wir beim Opossum auf die Gestaltung des Fruchthofs den Hauptaugenmerk zu richten haben.

Ueber die erste Anlage des Herzens und der Blutgefässe weiss ich nichts Neues vorzubringen. Beim Embryo von $2^1/_2$ Tagen (Taf. XX Fig. 1—3) war noch keine Spur von beiden aufzufinden, und 6 Stunden später war das Herz (Taf. XXI Fig. 3 C) sowie dessen Endothelrohr bereits angelegt. Die doppelte Herzanlage konnte schon in einer frischen Keimscheibe, welche in verdünntem Hühnereiweiss von 38° C. untersucht wurde, wahrgenommen werden, und ebenso im gehärteten Ei (Fig. 1, rechts und links von der Halsgegend). In dem Embryo (Fig. 1) war das Herzrohr jedoch noch nicht geschlossen, sondern noch rinnenförmig gestaltet (Fig. 3); in der Strecke zwischen dem zweiten und dritten Pfeile, weiter nach vorn und nach hinten verstrich die Herzrohranlage allmählich in der Fläche der Splanchnopleura, nachdem sie sich hinten zu einer Doppelrinne verzweigt hatte. Die Herzrinne besass nicht überall die gleiche Weite, wie aus Fig. 1 ersichtlich. Das Endothelrohr des Herzens war geschlossen (Fig. 3 ed), jedoch konnte nicht entschieden werden, ob das hintere und vordere Ende blind endigte oder offen sei; das letztere schien der Fall. Im Fruchthofe waren noch keine Blutbahnen zu erkennen.

Bei den fünf Tage alten Embryonen zeigt der Kreislauf folgende Beschaffenheit (Taf. XXIII Fig. 3). Nachdem das Blut drei Aortenbögen jederseits durchströmt hat, gelangt es in die auf eine Strecke weit nicht verwachsenen Aortae abdominales ao, welche seitlich eine Anzahl kleinerer Gefässstämme in den Gefässhof abgeben (Fig. 4 H); die Aortae, d. h. zwei Seitenäste derselben, treten sodann zu einer medialen Dotterarterie zusammen, die selten gegabelt, meist einfach die Peripherie des Gefässhofs erreicht, um sich als kreisförmiger Sinus terminalis auszubreiten. Der Sinus terminalis ist also — wie auch Ed. van Beneden schon in seiner vorzüglichen Arbeit über die Entwickelung der Vespertilio murinus angiebt — eine embryonale Arterie mit venösem Blute. Aus dem Sinus terminalis entspringen etwa 50 dünnere und stärkere Gefässe, welche sich zu einem reichen Netzwerk verbreiten und in den Dottervenen Dv wieder zusammentreffen. — Alle Blutgefässe sind von einem deutlichen Endothel ausgekleidet; die stärkeren Stämme treten auf der Innenfläche des Gefässhofs in Form rundlicher Leisten plastisch hervor (Taf. XXIII Fig. 3). Sämmtliche Blutkörper sind kernhaltig, aber noch farblos.

Der Gefässhof hat zu dieser Zeit kreisrunde Form oder richtiger gesagt, die Gestalt eines breiten Ringes. Oberhalb des Embryonalkörpers befindet sich nämlich stets ein schmales gefässfreies Feld, welches vor dem noch offnen Amnionnabel beginnt und bis an's Hinterende des Embryo reicht; aus den Querschnitten der Tafel XXIII Figur 6—9 ist dies ersichtlich.

Schon bei der Besprechung des Amnion wurde darauf hingewiesen, dass der Stamm der Dottervenen jederseits nahe dem Verwachsungsrande von Kopf- und Rumpfamnion verläuft (Fig. 5 Dv). Indem nun das Rumpfamnion (Ektoderm + Somatopleura) im Laufe des sechsten Tages durch das sich ausdehnende Kopfamnion ganz nach hinten gedrängt wird (Holzschnit A und C), müssen auch die Dottervenen allmählich weiter nach hinten rücken, wie am besten aus den Abbildungen der Tafeln XXVI und XXVII zu entnehmen ist, wo Vom die Dottervenen, ao die Dotterarterie bezeichnet.

Sonderbar genug ist die Veränderung, welche der Stamm der Dotterarterie am sechsten Tage erleidet. Wie aus den Holzschnitten auf Seite 136 ersichtlich ist, treibt die sich vergrössernde Allantois die Wand des Dottersacks nischenartig vor sich her, und damit zugleich die mit ihr vereinigte Dotterarterie, welche auf diese Weise stark ausgeweitet wird (Taf. XXVI und XXVII ao). Dies Verhalten verbleibt bis zur Geburt.

Was den Gefässhof betrifft, so vergrössert sich derselbe langsam aber stetig bis zum Ende des Foetallebens; bald bleibt er rundlich, bald wird er elliptisch, zuweilen sogar etwas unregelmässig gestaltet — je nachdem durch die gegenseitige Verwachsung der Eiwände eine grössere oder kleinere Fläche freigeblieben ist. Auch über einen Theil der oben erwähnten gefässfreien Strecke oberhalb des Embryos breiten sich die Gefässe aus, so dass zu Ende des sechsten Tages nur ein kleiner dreieckiger gefässfreier Raum übrig geblieben ist (Holzschnitt C, i; Taf. XXVII Fig. 4 B), welcher in dieser Gestalt bis zur Geburt persistirt.

Es ist sehr schwierig, gute Abbildungen von der Gefässverzweigung im Gefässhofe herzustellen, weil die ausserordentlich dünne Wand der Keimblase sehr leicht zerreisst und dann zusammenschrumpft. Nachdem die einzelnen Keimblasen untereinander verwachsen sind, ist es nun vollends unmöglich, den Gefässhof im Detail nachzuzeichnen, und so sind denn die auf der Tafel XXVI abgebildeten Gefässhöfe als halbschematische Darstellungen zu betrachten. Nur in Figur 3 auf Tafel XXIII sind die Gefässe so getreu als es eben geschehen konnte mit Hilfe der Camera lucida wiedergegeben.

Die Gefässverzweigung in der Wand der Allantois ist eine höchst spärliche (Taf. XXVII). In der Regel unterscheidet man zwei vordere und zwei hintere Arterienstämme (blau), und rechts und links zwischen diesen einen oder zwei Venenstämme (roth). Meistens liegen diese Hauptstämme einigermaassen symmetrisch (Taf. XXVI Fig. 1), bisweilen aber sind sie auf der rechten und linken Seite ungleichartig ausgebildet (Taf. XXVI Fig. 2). Das Gefässnetz der Allantois ist auf sämmtlichen Figuren sorgfältig mit der Camera lucida copirt, der Ursprung der Gefässstämme wurde später aus den Schnittserien reconstruirt.

Eine Vergleichung der verschiedenen Abbildungen lehrt, dass die Allantois, welche gegen Ende des fünften Tages sich auszustülpen beginnt, zwar bis zum Ende des achten Tages stetig an Volumen zunimmt, aber die Entwickelung der Gefässe hält mit der Vergrösserung der Allantois nicht gleichen Schritt. Man vergleiche nur die Abbildungen auf Tafel XXVI und XXVII, um sich zu überzeugen, dass der Gefässreichthum der Allantois zu Ende des sechsten Tages (Taf. XXVI Fig. 2) schon ebenso gross sein kann wie zu Ende der Incubation (Taf. XXVII Fig. 6). In letztgenannter Figur fällt die Schmächtigkeit der Gefässe, sowie hier und da die Verödung derselben in's Auge: die Rückbildung der Allantoisgefässe beginnt also schon mehrere Stunden vor der Geburt!

Das Blut erscheint am Ende des sechsten Tages (also zwei Tage vor der Geburt) bereits schwach röthlich; in der ersten Hälfte des siebenten Tages beginnt es sich tiefer zu färben. Bei Neugebornen sind fast alle Blutkörperchen noch kernhaltig; die kernfreien wurden in Schnitten durch das mit Blut gefüllte Herz nur ganz spärlich hier und da angetroffen, während bei Beuteljungen von fünf Tagen etwa acht kernlose Blutkörper auf ein kernhaltiges kamen; auch hier waren noch beide Formen roth.

Wie in dem Abschnitte über das Chorion ausführlich geschildert wurde, bildet das Dottersackchorion niemals echte Zotten, d. h. gefässhaltige Wucherungen, welche mit dem Uterus in Verbindung treten. Dennoch kann man mit Recht von einer **Dottersackplacenta des Opossum** sprechen, jedoch mit dem Vorbehalt, dass anstatt der gefässführenden Zotten, wie sie die Allantoisplacenta der Placentalia besitzt, beim Opossum nur die mächtig vergrösserten Ektodermzellen vorhanden sind — sozusagen einzellige Miniaturzotten.

X. Chorda dorsalis.

Seitdem die ersten sechs Capitel dieser Arbeit niedergeschrieben wurden und zum Druck gelangten, ist ein Jahr verflossen. Ich hatte während dieser Zeit Gelegenheit, noch einige jüngere Keimblasen in Schnitte zu zerlegen, und die gewonnenen Resultate an Präparaten australischer Beutelthier-Embryonen zu prüfen. Dadurch wurden meine früheren Anschauungen über die Entwickelung der Chorda erweitert und in mehrfacher Beziehung modificirt, sodass die nachfolgende Beschreibung nicht in allen Stücken mit der im IV. bis VI. Capitel gegebenen übereinstimmt.

Ich greife deshalb noch einmal auf einzelne Entwickelungsvorgänge des dritten Tages zurück.

Bei dem auf Tafel XXI in der Aufsicht abgebildeten Embryo (Fig. 1) hat die Chorda folgende Gestalt. Ausgenommen die unmittelbar vor der Primitivrinne pr gelegenen und in der Lithographie durch schwarzen Ton hervorgehobenen Chordawurzel, liegt die Chorda der ganzen Länge nach in dem Ur-Entoderm eingeschaltet! Sie bildet einen Abschnitt des inneren embryonalen kugligen Entodermmantels und hebt sich von dem angrenzenden Darmentoblast nur allein durch die grössere Dicke der Zellen ab. In den Schnitten Fig. 2 und 4 ist daher eine Correktur anzubringen, indem hier das Entoderm nicht unter der Chorda hinziehen, sondern vielmehr seitlich sich in die Chordazellen fortsetzen sollte! Bei erneuter Durchsicht der älteren Präparate, nach welchen obige Zeichnungen angefertigt sind, ergab sich, dass einzelne Schnittpartien nicht genau senkrecht auf die Längsaxe des Embryos gefallen waren, und der frühere Irrthum ist wohl verzeihlich. Dazu kommt, dass in den erwähnten Schnitten ein Niederschlag von Farbekörnchen sich angesammelt hatte, sodass die Grenze der Entodermzellen nicht so klar hervortrat als in den später angefertigten Präparaten, welche an Reinheit und Conservirung Nichts zu wünschen übrig lassen. Die neue Schnittserie lehrt ferner, dass die Chorda bis vorn an den Umbiegungsrand der Kopfanlage reicht und hier endet. Dies lässt sich mit Bestimmtheit entscheiden; denn da, wo die Hirnplatte am vorderen Rande nach unten umbiegt, lagern sich Zellen des Mesoderms zwischen Ento- und Ektoderm ein, während doch die Chorda in ganzer Länge unmittelbar mit den Medullarplatten oder der Medullarrinne in Contact steht, wie die Abbildungen beweisen.

Im Gebiete des primären Vorderhirns, welches in der Abbildung schon deutlich hervortritt, ist die Chorda sehr breit; etwa 7—10 Zellen liegen hier nebeneinander (Fig. 2 Ch). Jedoch zeigt sich dicht hinter dem Vorderende eine Einschnürung (vergl. auch Taf. XX Fig. 1). In der Gegend des Mittelhirns, welches durch die radiär ausstrahlenden Zellenketten des Mesoderms (Urwirbelmasse des Kopfes) gekennzeichnet ist, verschmälert sich die Chorda, zeigt in der Region des primären Hinterhirns (zu welcher wohl auch die beiden vordersten Urwirbelanlagen gehören) eine Breite von 3—5 Zellen, verjüngt

sich nach hinten zu einer schmalen Platte (Fig. 4), wird wieder breiter, hebt sich dann als solider Strang vom Darmentoblast ab und verstreicht als konischer Zapfen in der Wand der Primitivrinne. Die Stelle, wo die Chorda sich ausschaltet aus dem Darmentoblast, zeigte keine Besonderheiten: das Lager der Entodermzellen war hier nicht unterbrochen, also noch kein Canalis neurentericus gebildet, und die Chordazellen waren hier nicht radiär gestellt. Ebensowenig zeigte sich ein Lumen in der Chordawurzel (= Kopffortsatz des Primitivstreifs). Unterhalb der eigentlichen Primitivrinne breitet sich der Darmentoblast mit seinen charakteristischen abgeplatteten Kernen wieder aus. — Nur an einigen Stellen, z. B. zwischen dem fünften Paar Urwirbel, zeigte die Chorda in Querschnitten die Gestalt einer Rinne mit radiär gestellten Zellen.

Auch die beiden auf Tafel XX in Figur β und γ abgebildeten Schnitte einer sechszig Stunden alten Keimblase bedürfen einer Correktur, indem die unterhalb der Chorda gelegene schmale Membran zur Chorda zu rechnen ist, nicht aber zum Darmentoblast. Die Zeichnung selbst ist richtig, aber nachdem ich die Entstehung der Chorda an neueren Präparaten studirt habe, muss ich meine frühere Deutung verlassen und im Allgemeinen der Darstellung beitreten, welche LIEBERKÜHN und auch KÖLLIKER von der Entstehung der Chorda geben. Dagegen muss ich festhalten an der im IV. Capitel dargelegten Ansicht, dass das Hinterende der Chorda dorsalis aus der Wand der Primitivrinne hervorgeht. Dementsprechend wäre freilich die Chorda, welche doch als einheitliches Gebilde aufgefasst werden muss, aus zwei verschiedenen Primitivorganen, nämlich dem Entoderm einerseits, dem Primitivstreif anderseits, abzuleiten! Dieser scheinbare Widerspruch löst sich jedoch, wenn man erwägt, dass das Gebiet der Primitivrinne nichts anderes ist als der in das Ektoderm übergehende Theil des Urdarms.

Die Veränderungen, welche die Chorda weiterhin erfährt, konnte ich nicht Schritt für Schritt verfolgen. In dem Embryo von vier Tagen war sie schon vom Darmentoblast abgeschnürt und zeigte durchweg eine rundliche Form. Vorne war sie bis unter das primäre Vorderhirn zu verfolgen; sie reichte bis an die Entodermzellen des Schlundes (Taf. XXII Fig. 6 Ch) und war nicht durch Mesodermzellen von diesen getrennt. Ueber das Hinterende der Chorda kann ich gegenwärtig Nichts mittheilen, weil die betreffenden Schnittpräparate, die ich ausgeliehen hatte, abhanden gekommen sind.

Die Chorda der Embryonen von fünf Tagen zeigt einige Veränderungen. Sie ist im Allgemeinen etwas dicker geworden, nahe dem hinteren Körperende ist sie etwas abgeplattet und verstreicht endlich in den Medullarplatten, wie die Figuren 5—7 der Tafel XXX zur Anschauung bringen (zur Orientirung vergleiche man Taf. XXIII Fig. 9). Die Chorda ist in Fig. 5 noch scharf von der Medullarplatte geschieden, in Fig. 6 senkt sie sich bereits keilförmig ein, und diese Verbindung lässt sich auf einer Strecke von $^1/_8$ mm nach hinten verfolgen, allwo die Keimblätter überhaupt noch nicht geschieden sind, sondern zu einer gleichartigen Zellmasse zusammentreffen. Auch mit dem Schwanzdarm ist die Chorda, unmittelbar vor ihrer Vereinigungsstelle mit dem Ektoderm, so innig

verbunden, dass eine Begrenzung beider Organe nicht möglich ist. Ein Canalis neurentericus war jedoch nicht vorhanden. — Ueber das vordere Chordaende ist im nächsten Capitel berichtet.

Von ähnlicher Beschaffenheit ist die Chorda der sechs Tage alten Embryonen. Im Rumpfe ist sie 0,04 mm dick, und lässt auf dem Querschnitt etwa 20 rundliche Kerne wahrnehmen. Da, wo das Knorpelgewebe der ersten Halswirbelanlage sich plötzlich umknickt, um in die knorpelige Schädelbasis überzugehen, ist auch die Chorda scharf, nahezu rechtwinklig geknickt, geht als 0,015 mm dünner Strang hart unter der oberen Fläche dieser Schädelbasis nach vorn, und ist nahe der Hypophyse nicht mehr zu erkennen. Im Schwanze verjüngt sich die Chorda.

Embryonen von sechs und einem halben Tag weisen bereits schwache vertebrale Einschnürungen der Chorda auf, und nach sieben und einem halben Tage besitzt die Chorda in den vorderen $^2/_3$ des Rumpfes schon die Rosenkranzform. Die vertebralen Einschnürungen sind zwar noch sämmtlich erhalten, aber meist schon sehr zart, während die intervertebralen Partien sich zu Spindeln von 0,08 mm Durchmesser verdickt haben; nur im ersten und zweiten Halswirbel ist der Chordarest noch von der Stärke wie Tags zuvor oder sogar etwas dicker. In der knorpligen Schädelbasis verläuft die Chorda meistens nahe der oberen Fläche; in zwei Fällen wendete sich dieselbe alsbald in flachem concavem Bogen gegen die untere Fläche, um sich hier im Knorpelgewebe zu verlieren.

Bei den soeben geborenen Thieren sind die vertebralen Reste der Chorda in der vorderen Rumpfgegend schon sehr reducirt; etwas vor der Beckengegend besitzt die Chorda noch Rosenkranzform und im Schwanz verläuft sie als Strang von gleichmässiger Dicke. In der Schädelbasis ist nur noch ein kurzer dünner Strang erkennbar; im ersten und zweiten Halswirbel ist der vertebrale Chordarest fast unverändert geblieben und hat sich wenig verjüngt. Die intervertebralen Anschwellungen zeigen im Vorderrumpfe eine Dicke von 0,08 mm.

Aehnliche Verhältnisse zeigen Beuteljunge von 12 Tagen (von Beginn der Eifurchung an gerechnet). In der Beckengegend sind noch starke vertebrale Chordareste erhalten, ebenso in den vorderen zwei Halswirbeln, während sich die intervertebralen Anschwellungen zu linsenartigen (Brustgegend) oder flach spindelförmigen (Beckengegend) 0,2 mm breiten Gebilden vergrössert haben. Im Schwanz ist die Chorda noch rosenkranzförmig.

XI. Die Gaumentasche.

(Tafel XXX).

Hinter dem Rachensegel findet sich bei fünftägigen Embryonen ein unpaares, rasch vergängliches Entodermgebilde in Gestalt einer verästelten schlauchförmigen Drüse, welches ich Gaumentasche nennen will. Der Drüsenkörper liegt eingebettet zwischen der

lockern Bindesubstanz der vorderen Sattellehne, der Ausführungsgang mündet hart hinter dem Pharyngealsegel in den Schlund ein.

Die Gestalt der Tasche war bei sieben Embryonen gleichen Alters etwas verschieden. Stets ist ein langer Ausführungsgang vorhanden, welcher sich zu drei bis vier konischen oder kurzgelappten hohlen Anhängen von verschiedenartiger Form ausbuchtet. In drei Fällen entbehrte einer dieser Anhänge der Höhlung und war solid. Die Zellen sind nahezu kubisch und überall von gleicher Beschaffenheit; eine Tunica propria ist nicht vorhanden.

Die Gaumentasche kommt einen Tag früher zur Entwickelung als die Hypophyse; zur Zeit, wo die letztere erst als napfförmige Austiefung der ektodermalen Mundbucht sich anlegt, hat die Gaumentasche schon das Maximum ihrer Grösse erreicht. Leider sind mir jene vorerwähnten Schnittserien von vier Tage alten Embryonen abhanden gekommen, und ich kann daher über die früheste Gestalt dieses Gebildes Nichts aussagen.

Die morphologische Bedeutung der Gaumentasche konnte gleichwohl mit Sicherheit festgestellt werden. Auf medianen Längsschnitten war nämlich die direkte Verbindung der Chorda mit einem der Drüsenlappen erkennbar, und wenn sich aus diesem Befunde schon die Zusammengehörigkeit beider Organe mit Wahrscheinlichkeit ergab, so lieferte die Schnittserie eines Embryos, welcher einige Stunden jünger war als fünf Tage, den direkten Beweis. Die Hypophysenbucht war hier noch nicht angelegt, die Gaumentasche hatte die Gestalt eines Henkels und bildete die Fortsetzung der Chorda. Fig. 1 b bringt diesen Befund zur Anschauung; die Zeichnung ist aus vier benachbarten Schnitten mittels der Camera lucida reconstruirt. Der Mündungsgang allein erwies sich hohl; von der Stelle an, wo er schleifenartig umbiegt, fehlte die Höhlung vollständig. Eine solide Knospe, bestehend aus einer Reihe Zellen mit knopfartiger Verdickung fusste im Mündungsgange. Der hintere, abwärts steigende voluminöse Schenkel der Schleife verjüngte sich allmählich und liess sich als Chordastrang auf's Deutlichste weiter nach hinten bis in das Schwanzende verfolgen.

Damit ist der Nachweis erbracht, dass die Gaumentasche nichts Anderes ist als das verdickte, lappig verzweigte und ausgehöhlte Vorderende der Chorda dorsalis, mit anderen Worten, die vordere Chordahöhle oder Chordatasche!

Die Gaumentasche hat nur eine kurze Existenz. Ende des sechsten Tages sind nur noch kleine isolirte, unregelmässig gestaltete Zellenhaufen inmitten der Bindesubstanz der Sattellehne aufzufinden, die frühere Ausmündungsstelle ist geschlossen und kaum noch an einer äusseren Narbe und an der Reihenstellung der Knorpelzellen in der Schädelbasis nachzuweisen.

Die Umgestaltung des vorderen Chordaendes zu einer drüsenförmigen Tasche erscheint auf den ersten Blick höchst seltsam, verliert jedoch bei näherer Betrachtung das Auffällige. Ist doch die Chorda ihrer Genese nach anfänglich ein hohler Schlauch (Neben-

darm, EHLERS, No. 4), welcher zwar schliesslich zu einem soliden Strange wird, aber während der Entwickelung seine ursprüngliche Gestalt nie ganz verläugnet. Die Abschnürung der Chorda vom Urdarm ist allerdings bei den Amnioten noch nicht Schritt für Schritt verfolgt worden, nachgewiesen ist aber bekanntlich das Vorkommen von „Chordahöhlen" bei Embryonen der Sauropsiden und Mammalien. Und ist nicht die vordere Einbucht der Primitivrinne, welche sich bisweilen grubenartig vertieft, und welche ich unlängst bei einem australischen Beutelthier in überraschend deutlicher Ausbildung fand, gleichfalls ein Hinweis auf die primäre Rohrgestalt der Chorda? Ebenso wie diese hintere Chordatasche längere Zeit hindurch ihre Höhlung bewahren kann, kann dies auch der Fall sein bei der vorderen Chordatasche.

Auch die Knie- oder Schleifenform des vorderen Chordaendes erklärt sich auf einfache Weise. Durch die Hirnbeuge wird das unter Vorder- und Mittelhirn gelegene Mesodermgewebe sowie auch die Chorda, welche ja Anfangs bis unter den vor deren Rand des Vorderhirns sich erstreckte, zusammengedrückt und zusammengeklappt und zur „vorderen Sattellehne" umgemodelt (Fig. A—E). Die Knickung, welche die Chorda hierdurch erfährt, hat zur Folge, dass ihr Vorderende nun nicht mehr in der Richtung der Körperaxe nach vorne schaut, sondern nach unten und hinten. Sehr deutlich fällt dieser Process der Verlagerung des vorderen Chordaendes in's Auge, wenn man sich die Hirnbeuge wieder aufgehoben denkt: dann würde die Mesodermmasse der Sattellehne wieder auseinandergeklappt, die geknickte Chorda müsste sich wieder gradestrecken und ihr Vorderende, d. h. die Mündung der „Gaumentasche" käme ganz dicht an das vordere Ende des Körpers zu liegen (Fig. F). Die Hypophyse wäre dann dorsal über dem vorderen Chordaende zu suchen!

Ob die Gaumentasche als solche bei irgendwelchen Vorfahren der Beutelthiere als secernirende Drüse functionirt hat, ist höchst zweifelhaft. In allen meinen Präparaten, in denen die Tasche vollkommen entwickelt war, zeigten sich vor der trichterförmigen Mündung flockige Gerinsel oder kleine Körnchen gelagert, aber das beweist noch Nichts für die einstmalige Differenzirung des vorderen Chordarohrs zu einer selbständigen Drüse. Wenn jedoch die beträchtliche Grösse und die Verzweigung der Gaumentasche wirklich als Hinweis zu betrachten wäre, dass dieselbe früher eine functionelle Bedeutung hatte, so müsste die Gaumendrüse als rudimentäres Organ bezeichnet werden. Ich halte die Gaumentasche viel eher für eine Hemmungsbildung, oder besser gesagt, für eine die Degeneration anzeigende Wucherung des vorderen Chordarohres.

Bei anderen Wirbelthieren ist, soviel ich weiss, eine vordere Chordatasche noch nicht beschrieben worden. Wohl entsinne ich mich, von einer Einkerbung des Schlundepithels hinter dem Pharyngealsegel gelesen zu haben, jedoch kann ich die betreffende Beschreibung nicht wieder auffinden. Das Chordaknie in der Sattellehne muss aber auch bei den übrigen Vertebraten nachzuweisen sein, und wenn dasselbe bisher nicht zur Beobachtung kam, so ist der Grund wohl nur in der raschen Vergänglichkeit des vorderen

Chordaendes zu suchen. Beim Beutelfuchs (Phalangista vulpina) kann ich Reste der Gaumentasche deutlich erkennen; bei Krokodilembryonen fand ich bis jetzt nur den aufsteigenden Schenkel des Chordaknies, der bis hart an die Hypophysis herantrat, während der absteigende Schenkel nur eine kurze Strecke als zelliger Strang zu verfolgen war. Andere Wirbelthierembryonen auf die Anwesenheit einer Gaumentasche zu prüfen, habe ich augenblicklich keine Gelegenheit.

XII. Epidermis und Mundhöhle.

Die Epidermis spielt im Jugendleben der Beutelthiere die wichtige Rolle eines Schutzorgans. Sie erscheint schon beim Foetus auffallend verdickt und hornartig und erst lange Zeit nach der Geburt wird, gemäss der Angabe mehrerer Forscher, das oberflächliche Lager derselben in Fetzen abgestreift. Welcker, der diese äusserste Oberhautlage auch bei verschiedenen Embryonen der Placentalia als provisorisches Schutzorgan deutete, nennt dieselbe „Epitrichium", weil die emporwachsenden Haare unter derselben gelegen sind; Kerbert nennt sie „Epitrichialschicht". In folgender Weise entwickelt sich die Epitrichialschicht beim Opossum.

Embryonen von fünf Tagen besitzen eine grösstentheils einschichtige Lage von Epidermiszellen; nur gelegentlich finden sich über den Basalzellen noch vereinzelte abgeplattete Zellen, während die Epidermis der (vorderen) Extremitäten schon unregelmässig zweischichtig ist. Am Ende des sechsten Tages ist die Epidermis schon fast durchweg zwei- bis dreischichtig, aber Tags darauf ist das Bild ein ganz anderes geworden. Ueber den kubischen Basalzellen erkennt man zunächst noch einige Lagen linsenförmiger Zellen und Kerne, darüber sind jedoch die Zellen abgeplattet und verhornt. Die Epidermis ist durchschnittlich 0,02 mm dick, an den Extremitäten und über den Vierhügeln fast doppelt so stark, in der Mundgegend, wo auch die oberflächlichen Zellen und Kerne noch rundliche Form haben, bis 0,1 mm hoch. In der Schnauzengegend haben sich aus der Basalschicht der Epidermis bereits die Haarbälge der Schnurrhaare ein wenig in die unterliegende Bindesubstanz eingesenkt, und an der vorderen Extremität tritt die gelbe Färbung der Klauenwurzel schon deutlich hervor. Ueber die Augenlinse zieht eine einschichtige Lage von Epidermiszellen hin.

Bei Neugebornen hat sich die Epidermis auf 0,03 mm verdickt, die Zahl der Schnurrhaarbälge hat sich vermehrt (Taf. XXVII Fig. 4), Auge und Ohröffnung sind von einer mächtigen Zellenlage überwuchert.

Aeltere Beuteljunge standen mir nicht zur Verfügung; über die spätere Ablösung des Epitrichiums vermag ich also Nichts zu sagen.

Die Zitzen entstehen sämmtlich im letzten Tage des Embryonallebens. Zuerst erscheint das vordere Paar, sodann die zwei dahinter gelegenen Paare, und endlich die übrigen. Meistens findet sich auch eine unpaare mediane Zitze (Taf. XXVII Fig. 6).

Das merkwürdigste Gebilde der Epidermis ist das Schnabelschild, dessen Gestalt auf Tafel XXVII wiedergegeben ist. Embryonen von sechs Tagen zeigen noch keine Spur davon (Fig. 2), gegen Mitte des achten Tages hat das Schnabelschild das Maximum seiner Grösse erreicht, einige Stunden vor der Geburt erscheint es schon deutlich rückgebildet, und bei Neugebornen ist nur noch ein schwacher Rest davon zu erkennen. Das ausgebildete Schild (Fig. 5) umgiebt den Mundspalt wie ein flacher Kragen; es ist in sechs frei vorragende Zipfel ausgezogen, von denen die unteren scharf zugespitzt sind. Das ganze Gebilde besteht lediglich aus hornigen Epidermiszellen.

Als ich diese sonderbare Lappenbildung zuerst gewahrte, wurde ich an den Hornschnabel der Monotremata, zumal des Ornithorhynchus erinnert, und ich glaube nicht fehlzugreifen, wenn ich in dieser Wucherung das Rudiment eines Hornschnabels erblicke, welcher bei den Vorfahren der Beutelratten als Greiforgan diente. Eine bestimmte Function kann ihm beim Opossum wohl kaum zugesprochen werden, da es ja zur Zeit der Geburt schon wieder rückgebildet ist und daher nicht etwa bei der Zerreissung der Eihüllen thätig sein könnte.

Betreffs der Mundhöhle sei erwähnt, dass der Mundspalt sich während der letzten beiden Tage des Uterinlebens durch Wucherung der Epidermiszellen auffallend verkleinert, so dass ein kleiner viereckiger Saugmund übrig bleibt (Taf. XXVII Fig. 2; Taf. XXIX Fig. 1—2). Einen Tag vor der Geburt treten die zwei Paar Zahnleisten auf, indem sich das Basalepithel der Mundhöhle leistenartig in die Bindesubstanz einbuchtet. Auf Tafel XXIX in Fig. 9 und 10 sind diese Zahnleisten leider vergessen worden. Rudimente von „Hornzähnen“ habe ich nicht aufgefunden. Die Hypophysis erwies sich deutlich als Ektodermgebilde. Am Ende des fünften Tages tritt sie als napfartige, verdickte Austiefung der Mundbucht auf, unmittelbar vor dem Pharyngealsegel (Taf. XXX Fig. 1). Tags darauf ist sie bereits vollständig abgeschnürt und mit dem Infundibulum in Contact getreten. Ihre weitere Differenzirung bot mir nichts Bemerkenswerthes.

Das älteste Beuteljunge, dessen ich bisher habhaft werden konnte, hatte vier Tage lang im Marsupium verweilt, war also, von Beginn der Eifurchung an gerechnet, zwölf Tage alt. Wesentliche Veränderungen der Epidermis vermochte ich nicht zu constatiren. Die hinteren Extremitäten entbehrten noch der Klauen (Taf. XXX Fig. 8).

XIII. Das Beuteljunge.

Die Geburt der Jungen habe ich nicht beobachtet. Genau 13 Tage nach der Begattung wurden schon Junge im Beutel vorgefunden, während die ältesten Embryonen, welche ich erhielt, ein Alter von $12^3/_4$ Tagen besassen, oder besser gesagt von $7^3/_4$ Tagen von Beginn der Furchung an gerechnet. Auf Tafel XXVII ist einer dieser Embryonen mit der anhängenden Allantois gezeichnet; wenn man diese Abbildung mit der des neu-

gebornen Beuteljungen vergleicht, so finden sich nur geringe Unterschiede, wie z. B. in der Dicke des Kopfes und Rumpfes, in der Rückbildung des Schnabelschildes u. s. w. Da der Nabel des Neugebornen schon gut vernarbt war, möchte ich annehmen, dass die Geburt etwa 2—3 Stunden vor Ablauf des achten Tages (von Beginn der Furchung) geschehen muss.

Das neugeborne Beuteljunge besitzt eine intensiv röthliche Farbe, weil die oberflächlichen Gefässe, ferner grössere Arterien und Venen sowie das pulsirende Herz und die Leber durch die Haut durchschimmern. Ich habe versäumt, eine Farbenzeichnung anzufertigen und verweise in dieser Beziehung auf die Beuteljungen von Hypsiprymnus cuniculus (Taf. XXXI des V. Heftes), welche eine ganz ähnliche Färbung zeigen, wie die des Opossum. Die Epidermis war, in Folge des Aufenthalts im feuchten Beutel, klebrig anzufühlen. Mehrfache Zählungen ergaben 24—26 Athemzüge und circa 60 Pulsschläge in der Minute. Mit dem warmen Athem behaucht, verhielten sich die Thierchen ziemlich stille; sobald sie aber mit kalter Luft in Berührung kamen, machten sie heftige, krampfhafte Bewegungen mit dem ganzen Körper und den Extremitäten. Die Zehen der Vorderfüsse trugen scharfe gelbbraune Krallen, die der Hinterfüsse waren noch unbewaffnet. Der Saugmund umfasste eine viereckige Oeffnung; aus derselben wurde öfters die Zunge vorgestreckt, welche immer rinnenartig gestaltet war (Taf. XXIX Fig. 9 u. 10), gelegentlich sogar sich zu einem Rohre zusammenfaltete, eine Form, die sehr geeignet erscheint zum Umfassen der Zitzen. Sehr deutlich tritt die Linea alba hervor. Augen und Ohröffnung sind glatt von der Epidermis überzogen, das Pigment der ersteren schimmerte schwach durch die Haut hindurch.

Die mikroskopische Untersuchung ergab, dass die Verkalkung des Knorpelskelets noch nicht begonnen hatte. Die Lungen erwiesen sich als weite Säcke (Taf. XXIX Fig. 4 pl und pl′). Die Urnieren zeigten noch die gleiche Beschaffenheit wie sechs Stunden zuvor, und sie liessen auf Schnitten noch deutlich die ursprüngliche Segmentirung erkennen (vergl. Fig. 5; der Schnitt hat zufällig keine Glomeruli getroffen); äussere Glomeruli wurden nicht beobachtet. Die Dauerniere ist noch sehr klein. Bei den männlichen Thieren war der Penis schon deutlich ausgebildet, zeigte jedoch noch keine Perforation: das Excret der Urnieren musste also noch durch die Kloakenöffnung entleert werden. Das Zwerchfell hatte sich schon Tags zuvor geschlossen. Alle quergestreiften Muskelfasern besassen die Gestalt von Röhren, deren Binnenraum mit reiheständigen Kernen und nichtdifferenzirtem Plasma erfüllt war (Taf. XXIX Fig. 6—7).

Von den Sinnesorganen funktionirt noch keines, vielleicht mit Ausnahme des Geruchssinns. Weder ist die Retina in Schichten differenzirt, noch finden sich irgendwelche Differenzirungen des Zungenepithels zu Geschmacksorganen, noch auch ist das Sinnesepithel des Labyrinths entwickelt; ebensowenig ist eine Spur von Tastorganen zu bemerken.

Verglichen mit Säugethierembryonen der Placentalia von gleicher Entwickelungsstufe (Maus, Ratte, Hypudaeus, Meerschweinchen, Rind, Schaf, Schwein, Katze, Hund) zeigt das neugeborne Opossum folgende Hauptunterschiede.

1. Die Lungen des Opossum müssen sich binnen der letzten 3 Tage des Uterinlebens zum functionirenden Athemorgan herausbilden. Weder reicht nun der disponible Baustoff aus, eine sehr grosse Zahl von Alveolen zu entwickeln und zur Athmung bereit zu stellen (wie dies bei den Placentalia im Laufe des Foetallebens ganz allmählich geschieht), noch ist hierzu die erforderliche Zeit gelassen. So können denn nur einige Dutzend geräumiger Luftkammern, als provisorischer Athemapparat, ausgebildet werden, um erst später während des Aufenthalts im Beutel durch hervorwachsende Scheidewände zu einem reich entfalteten Lungenbaume sich umzubilden. Beschleunigt ist also die Ausbildung der Lunge insofern, als die zur Athmung befähigten Alveolen sich in auffallend raschem Tempo entwickeln; retardirt ist dieselbe zu nennen, weil die Vermehrung der Alveolen auf eine spätere Zeit verschoben ist. — Wahrscheinlich sind bei dieser sonderbaren Entwickelungsgeschichte der Opossum-Lunge auch Vererbungserscheinungen im Spiel, denn die Lunge des Neugebornen besitzt ganz die Gestalt der Reptilien-Lunge; und da deren einfacher Bau sich bei den Beutelthierjungen als zweckmässig erwies, so konnte er während der frühen Lebensperioden beibehalten werden. Anders bei den Placentalia, wo der Embryo viel länger im Uterus verbleibt; auch bei ihnen ist zwar die erste Anlage der Lunge eine ähnliche wie bei Reptil und Opossum, aber die einfachen Alveolen functioniren nicht mehr als Athemorgane, sondern sind zu Bildungsheerden für die definitiven Alveolen und Infundibula geworden.

2. Die willkürlichen Muskeln sind ungewöhnlich weit entwickelt und zeigen deutliche Querstreifung. Ihr Bau ist ein ganz eigenthümlicher. Anfang des siebenten Tages bestehen die Muskelfasern noch aus langen rundlichen Plasmasträngen, in welchen je eine Reihe cylindrischer oder ellipsoidischer Kerne eingelagert ist, und welche von einem structurlosen dünnen Plasmamantel umgeben sind. Bis zum achten Tage verdickt sich die äussere Plasmarinde bedeutend und lässt deutliche Querstreifung erkennen, während das Innenplasma mit den reihenständigen Kernen unverändert erscheint. Diese Röhrenform des contractilen Abschnitts der Muskelfasern erhält sich bis mehrere Tage nach der Geburt (Taf. XXIX Fig. 6—7). Bei einem vier Tage alten Beuteljungen hatte jedoch bei vereinzelten Muskelfasern schon die Wanderung der Kerne gegen die Oberfläche begonnen.

3. Kopf und Gehirn des Beuteljungen ist sichtlich relativ kleiner als bei anderen Säugethieren von übrigens gleicher Entwickelungsstufe.

4. Die Sinnesorgane zeigen manches Eigenthümliche. Beim neugebornen Opossum functioniren von allen Sinnen nur der „Wärmesinn“ und vermuthlich noch der Geruchssinn; die übrigen Sinnesorgane sind noch nicht zu percipirenden Apparaten differenzirt. Das kann eigentlich nicht Wunder nehmen, da die Zeit des Foetallebens eine so auffallend kurze ist. Weit merkmürdiger sind die Modificationen, welche die Sinnesorgane des Opossum sowohl in Bezug auf den Rhythmus ihrer Ausbildung als auch auf die Art und Weise ihrer Anlage zeigen. Diese Abweichungen von der typischen Entstehungsweise der Sinnesorgane haben offenbar ihren Grund darin, 1) dass der Embryo von der Uterinmilch

nicht genügende Nahrung empfing um alle Sinneswerkzeuge in normaler Weise aufzubauen; 2) dass dem Embryo nicht die erforderliche Zeit hierzu im Mutterleibe gelassen wurde. Wenn also einerseits die Bedingungen, welche zur typischen Anlage der Sinnesorgane erforderlich sind, von Seiten des Mutterthiers unmöglich erfüllt werden konnten, so müssen gleichwohl anderseits die Sinnesorgane des Neugebornen schon so weit in der Entwicklung vorgeschritten sein, dass sie durch die Zerrungen und Insulte, welchen das Junge im Beutel unvermeidlich ausgesetzt ist, in ihrem Entwickelungsgange nicht mehr geschädigt werden können.

Diesen Anforderungen erscheint nun das neugeborne Opossum in wunderbarer Weise angepasst, indem seine Sinneswerkzeuge sich entweder in auffallend kleinen Dimensionen, gleichsam en miniature, also mit Aufwand von geringem Substanzaufwand, anlegen, um erst während des Verbleibs im Beutel allmählich an Grösse zuzunehmen, oder indem sie zwar sogleich in typischer Grösse auftreten, aber, weil noch unvollkommen ausgebildet und daher gegen Verletzungen von aussen her schutzbedürftig, mit einer eigenthümlichen Schutzvorrichtung versehen werden. Diese Verhältnisse will ich hier etwas näher besprechen.

Das Sinnesepithel des Gehörorgans ist beim Neugebornen noch nicht differenzirt. Der äussere Gehörgang entwickelt sich zwar schon am sechsten Tage, wird aber vor der Geburt wieder vollständig vom Epitrichium überwuchert; an Querschnitten lässt sich der abgekapselte Gehörgang deutlich erkennen.

Das Beuteljunge besitzt noch keine Geschmacksorgane, zeigt überhaupt keine Differenzirung des einschichtigen Zungenepithels. Ebensowenig waren Tastorgane nachzuweisen, während die Geruchsorgane vermuthlich schon in Thätigkeit waren.

Das Auge legt sich zwar in typischer Weise an, aber in ungewöhnlich kleinen Dimensionen. Ende des fünften Tages zeigt sich die Anlage der Linse als Ektodermverdickung oberhalb der Augenblasen des Gehirns. Um eine Vorstellung zu geben von der Kleinheit der Linse und des Augenbechers zu dieser Zeit, füge ich eine Abbildung im Längsschnitt bei (Taf. XXX Fig. 4); die Linse hat hier einen Durchmesser von 0,12 mm. Während der letzten Stunden des Foetallebens beginnt auch die Pigmentablagerung in der äusseren Wand des Augenbechers. Bei Neugebornen ist die Retina noch nicht in Schichten differenzirt, die Linse misst 0,18 mm im Durchmesser. Ueber die durch Epidermiszellen verklebten Augenlider zieht schon einen Tag vor der Geburt eine mächtige Lage von Epidermiszellen, die Epitrichialhaut. — Beiläufig sei bemerkt, dass am sechsten Tage das Mesoderm in die Höhle des Augenbechers (secundäre Augenblase), sowie zwischen Linse und Cornea einzuwuchern anfängt, dass eine einzige Gefässschlinge jene Höhle durchsetzt, und dass in der Binnenhöhle der Linse meist eine oder mehrere Zellen freiliegend aufgefunden wurden, sodass auf Querschnitten das Innenplasma mit den Kernen excentrisch lag. Die weitere Umwandlung habe ich nicht verfolgen können, weil die Beuteljungen stets schon frühzeitig von den Mutterthieren aufgefressen wurden.

Im Uebrigen sind mir keine wesentlichen Unterschiede aufgefallen. Die Urniere des Beuteljungen hat zwar die ursprüngliche Segmentirung noch bewahrt, doch ist die Dauerniere (Metanephros) schon als kleines ellipsoidisches Gebilde vorhanden (Taf. XXIX Fig. 5 Wk).

XIV. Der Uterus.

Bevor ich gelernt hatte sicher zu beurtheilen, ob ein brünstiges Weibchen belegt war oder nicht, geschah es mehrere Male, dass ein nicht trächtiges Weibchen, welches ich belegt glaubte, für die Untersuchung geopfert wurde. Bei diesen Thieren zeigten sich die beiden Uteri stets bedeutend angeschwollen, während dieselben zu anderen Zeiten viel kürzer sind und kaum dicker erscheinen als die Vaginalportion. Bei solchen nicht belegten Weibchen habe ich ferner stets die Corpora lutea auf den Ovarien vermisst, wiewohl deren Anwesenheit bei trächtigen Thieren stets auf das Evidenteste nachgewiesen werden konnte! Daher ist anzunehmen, 1) dass die Eifollikel erst in Folge des Coitus zum Bersten gebracht werden, 2) dass die Brunst unabhängig von der Loslösung der Eier eintritt. — Betreffs der Dauer der Brunst vergleiche man die Angaben auf Seite 104.

Die Veränderungen, welche der Uterus während der achttägigen Trächtigkeitsdauer erleidet, sind kurz folgende.

Fünf Tage nach dem Eintritt der Brunst zeigt sich die Wand des Uterus stark verdickt: die Uterindrüsen sind zu langen gewundenen, knäuelartig aufgerollten Blindschläuchen ausgewachsen, welche in der Regel eine, selten zwei Gabelungen aufweisen (Taf. XXVIII Fig. 3); zwischen ihnen liegt ein reiches Gefässnetz. Uterindrüsen sowie Blutgefässe, durch lockere Bindegewebszüge festgehalten, werden von weiten Lymphräumen umspült. Die Innenfläche des Uterus erscheint gefaltet und gerunzelt. Während der Tragzeit verdickt sich die Wand des Uterus immer mehr; auf der Innenseite erheben sich runzlige riff- und zottenartige Vorsprünge, die Lymphräume erlangen eine enorme Vergrösserung, das Netz der Blutgefässe entfaltet sich reichlicher und die Uterindrüsen wachsen zu kolbenartigen Knäueln aus. Auf Tafel XXVIII ist in Figur 1 ein aufgeschnittener Uterus in den letzten Stunden der Trächtigkeit bei dreifacher Vergrösserung dargestellt; die Innenfläche ist an den Schnitträndern nach aussen umgewendet, um die Krypten und Runzeln zur Anschauung zu bringen. In der Uterushöhle liegt der angeschnittene Complex der verwachsenen Eier. In Fig. 2 ist der Querschnitt dieses Uterus gezeichnet nebst dem Chorion Ch, während Fig. 4 den Querschnitt durch ein vorspringendes Riff (Ut) bei stärkerer Vergrösserung zeigt. Den Kamm eines solchen Riffs stellt Fig. 5 bei 125facher Vergrösserung dar. Aus letzterer Abbildung ist zugleich die Form des Uterusepithels, welches überall und durchweg die gleiche Beschaffenheit hat, zu entnehmen.

Soweit das Chorion eines Embryos nicht mit dem einer benachbarten Frucht zu einer soliden Scheidewand verwachsen ist, schmiegt es sich der faltenreichen Innenfläche

des Uterus an, dessen Aus- und Einbuchtungen genau folgend (Fig. 1 und 2 Ch). Um nun zu entscheiden, ob das Chorion mit dem Uterusepithel verklebt sei oder nicht, habe ich einem Thiere kurze Zeit bevor es gebären sollte, einen Uterus entnommen, dessen Muskulatur rasch durch erwärmten absoluten Alkohol abgetödtet, und ihn dann in einer auf 38° C. erwärmten Mischung von Hühnereiweiss + 0,6 % Kochsalzlösung behutsam geöffnet. Da zeigte sich, dass das Chorion überall dem Uterus locker anlag, von einer Verklebung konnte also keine Rede sein, geschweige von einer Verwachsung; denn schon durch die Bewegung der Untersuchungsflüssigkeit wurden einzelne Partieen zum Flottiren gebracht, und ohne den geringsten merkbaren Widerstand liessen sich selbst die Aussackungen des Chorion aus den betreffenden Krypten des Uterus herausheben! Dass Chorion und Uterusepithel gelegentlich oder vielfach miteinander in wirklichen Contact kommen, kann wohl nicht bezweifelt werden; aber diese Berührungen haben keinesfalls eine sichtliche Veränderung des Uterusepithels zur Folge, was doch wohl der Fall sein würde, wenn eine veritable Verklebung stattfände.

Ein anderer Theil desselben Uterus wurde mitsammt den darin befindlichen Embryonen gehärtet und geschnitten, und es war unschwer zu constatiren, dass weder die oberflächlichen (ektodermalen) Chorionzellen sich irgendwie gegen das Uterusepithel abgeplattet oder abgeformt hatten, noch auch umgekehrt. Ebensowenig war von einer organischen Verbindung beider Gewebsplatten irgend eine Andeutung zu erkennen.

Aehnliche Proceduren habe ich mit dem Uterus eines Weibchens, welches einen Tag vor dem Werfen stand, ausgeführt, aber mit dem gleichen Resultate.

Daher muss ich annehmen, dass dem Opossum-Embryo seine Nahrung durch eine helle, von zelligen Gebilden freie, lymphartige Uterinmilch zugeführt wird, welche die vielfachen Aussackungen des gefässhaltigen Chorions umspült.

Diese Uterinmilch wird der Uterushöhle auf direktem und auf indirektem Wege zugeführt, nämlich 1) direkt durch das Sekret der Uterindrüsen, 2) indirekt durch das diffundirende Serum der Blutgefässe und der Lymphbahnen des Uterus.

Zur Erläuterung dieser Verhältnisse vergleiche man die Abbildungen auf Tafel XXVIII nebst zugehöriger Tafelerklärung.

XV. Verwandtschaftliche Beziehungen der Beutelthiere zu den Sauropsida und Mammalia placentalia.

Wenngleich die phylogenetischen Beziehungen zwischen Reptilien und Mammalien bei den niedersten Säugethieren, den Monotremata, am klarsten hervortreten müssen, so lassen sich doch auch noch bei den Beutelthieren mancherlei Anklänge an die Stammverwandtschaft mit den Reptilien nachweisen, welche bei den Mammalia placentalia bereits

zum Theil oder ganz verschollen sind. Ich will diese Beziehungen, soweit sie aus der Embryologie des Opossum ersichtlich sind, hier noch einmal in einer Tabelle zusammenstellen, und einige derselben näher erörtern.

Die Blätteranlage des holoblastischen Säugethiereies stimmt bekanntlich mit derjenigen anderer holoblastischer Eier, z. B. der Amphibien, im Detail so wenig überein, schliesst sich dagegen in fast allen Einzelheiten so vollständig an die Art der Keimblätterbildung bei den Sauropsiden an, dass schon hieraus auf eine nahe Verwandtschaft beider Klassen mit grosser Wahrscheinlichkeit geschlossen werden kann (vergl. Abschnitt IV). Wenn vollends die Angabe CALDWELL's sich bestätigt, dass das Ei der Echidna einen wirklichen Nahrungsdotter besitzt und sich meroblastisch abfurcht, so wäre die Brücke zwischen Sauropsiden und Mammalien sicher geschlagen. In dieser Hinsicht ist beachtenswerth, wie auch im Ei des Opossum schwache Reste eines Nahrungsdotters während der Furchung abgetrennt werden (siehe Abschnitt III), während bei den übrigen Säugethieren bisher ein solcher Reserverest von Nährstoffen nicht aufgefunden ist. Das Fehlen oder Vorhandensein eines Nahrungsdotters im Ei kann demgemäss nicht ohne Weiteres als Argument gegen die Verwandtschaft der niederen Amnioten mit den höheren in's Feld geführt werden.

Es kommt nun darauf an, zu erklären, wie und warum im Laufe der Zeiten der Nahrungsdotter allmählich zum Schwinden gebracht wurde, und wie die Lebensbedingungen des Embryos sich durch den Wegfall dieses Nahrungsdotters und durch die stetige Nahrungszufuhr von Seiten des Mutterthiers geändert haben. Dergleichen Probleme können freilich nur mit Hilfe von Hypothesen der Lösung entgegengeführt werden, selbst wenn sie an sichergestellte Beobachtungen anknüpfen. Aus diesem Grunde dürfen die folgenden Speculationen nur als Versuch einer Erklärung betrachtet werden.

Die Existenzbedingungen der Reptilien sind im Ganzen ziemlich beschränkte. Unfähig, ein grösseres Maass von Eigenwärme zu produciren und zugleich besonderer vor Kälte schützenden Hautgebilde entbehrend, sind sie auf die wärmeren Zonen der Erde angewiesen; wenige Species kommen ausnahmsweise in den kälteren Klimaten fort — wo sie aber zum Winterschlaf gezwungen sind. Ausserdem leben die Reptilien fast ausschliesslich von thierischer Nahrung, ein Umstand, welcher ihrer Verbreitung in den gemässigten Zonen, wo das thierische Leben während der Winterzeit grösstentheils erlischt, ebenfalls hindernd in den Weg tritt und ihr Fortkommen in den kalten Erdstrichen beinah unmöglich erscheinen lässt. Auch die niedrige, nicht auffällig über den Erdboden sich erhebende Bauart der „Kriechthiere" kann ihrer weiten Verbreitung so wenig, wie einer mannigfaltigen Formgestaltung günstig sein; denn so nützlich diese fast sämmtlichen Reptilien gemeinsame Haltung des Körpers auch für den Nahrungserwerb, nämlich das Beschleichen und plötzliche Ueberfallen der Beute, sein muss, so hinderlich erscheint dieselbe wenn es gilt, die Nahrung aus der ferneren Umgebung aufzusuchen und doch wieder die alte Wohnstätte aufzufinden. Die Beobachtung steht mit diesen Erwägungen im

Einklang: Die Reptilien sind Bewohner der wärmeren Erdzonen und ihr Formen- und Artenreichthum ist ein relativ geringer.

Ungleich günstiger, d. h. unbeschränkter stellen sich die Existenzbedingungen für die Nachkommen der Reptilien, für die Warmblüter oder Homoiothermen. Dies springt schon bei der artenreichen Klasse der Vögel in's Auge, welche als Luftbewohner das Terrain, welches ihnen Nahrung bietet, besser übersehen und die Beute leichter erhaschen können; zugleich sind sie durch ihr eminentes Lokomotionsvermögen nicht an die Scholle gebunden, und können vermöge ihrer Eigenwärme und ihres schützenden Federkleides auch in den kälteren Regionen existiren. Die Verbreitung der Vögel wird also eine weitere sein, als die der Reptilien. Dazu kommt, dass die Vögel ihre Eier an besser geschützte und weniger zugängliche Orte ablegen können, was dem Individuenreichthum dieser Thierklasse gewiss förderlich ist. Und wenn endlich dem Reptil die Blätter der Pflanzen keinen genügenden Nahrungsstoff darbieten, weil diese nicht in genügender Menge aufgenommen und verdaut werden können, ihm auch die nährstoffreicheren Samenkörner, die sich zumeist in einiger Höhe über dem Erdboden befinden, nicht zugänglich sind, so ist der Vogel mit Leichtigkeit im Stande, dieselben aus grossem Umkreise zu sammeln.

In ähnlicher Weise erscheint die andere Gruppe der Warmblüter, die Säugethiere, weit unabhängiger von der Configuration und klimatischen Beschaffenheit einer Gegend, als die Reptilien. Auch die Säugethiere, mit ihrem lebhaften Stoffwechsel und der daraus resultirenden hohen Eigenwärme, mit ihrem dichten Haarkleide, welches sie gegen Kälte und Hitze schützt, sind als Homoiotherme in allen Zonen lebensfähig, und wenn ihnen auch im Allgemeinen das Flugvermögen, diese energischste Art der Ortsbewegung, abgeht, so unterscheiden sie sich doch in der Regel günstig von den Reptilien durch den hochgestellten Rumpf und Kopf, wodurch ihnen sowohl ein weiterer Ausblick über ihre Umgebung, als auch eine raschere Lokomotion gesichert ist.

Auf der anderen Seite erwachsen aber den warmblütigen Thieren wieder neue Schwierigkeiten, welche den wechselwarmen Reptilien fremd sind. So bedürfen die Eier der letzteren keiner besonderen Bebrütung, sondern entwickeln sich schon bei gewöhnlicher Lufttemperatur, indess die Eier der Warmblüter — wie sich von selbst ergiebt — zur Embryonalentwickelung einer gesteigerten Temperatur bedürfen. Diese zur Entwickelung nothwendige Wärmemenge wird nun den Eiern der Warmblüter in gänzlich verschiedener Weise vom Mutterthiere zugeführt, und es scheint mir, dass man die Verschiedenartigkeit der Lebensweise als Grund ansehen müsse, warum die Vögel ihre dotterreichen, hartschaligen Eier (nach Art der Reptilien) ablegen und dann bebrüten, während die Säugethiere ihre dotterarmen oder dotterfreien, weichschaligen Eier bei sich behalten und mit sich herumführen. Diese Unterschiede in der „Embryonalpflege“, welche sich ganz allmählich im Kampfe um's Dasein entwickelt haben müssen, treten uns bei den gegenwärtig lebenden Thierformen in schroffstem Gegensatze vor die Augen, wie ich etwas näher ausführen will.

Der Körper des luftbewohnenden Vogels darf so wenig wie möglich belastet werden, weil jede Beschwerung die Beweglichkeit in hohem Grade beeinträchtigt und die Chançen, im Kampfe um's Dasein Sieger zu bleiben, verringert. Dementsprechend bilden sich die Eier, in Folge des lebhaften Stoffwechsels, mit überraschender Schnelligkeit aus, werden sofort in das Nest abgelegt und durch Bebrütung in gleichmässiger Wärme gehalten; die Säugethiere hingegen als Landbewohner führen die Eier eine geraume Zeit mit sich umher, ohne dass dadurch ihre Beweglichkeit in nennenswerther Weise beeinflusst würde. Während der Vogel, nachdem er zum Einsammeln von Nahrung ausgeflogen, sein Nest leicht aus weiter Ferne auffinden und baldigst wieder erreichen kann, so ist den Säugethieren ein so umfassender Ueberblick über das Terrain und die rapide Bewegung versagt. Die Erhaltung der Nachkommenschaft wird daher bei den Vögeln am besten auf die Weise gesichert, wenn die Eier mit einer schützenden, die Wärme schlecht leitenden Hülle, welche selbstverständlich das ganze Bildungsmaterial für das Junge beherbergen muss, umgeben und dann abgelegt werden, indessen die schwerfälligeren Säugethiere die Entwickelung des Embryos leichter durch eine Art „innerer Brutpflege" erreichen, welche offenbar dadurch am zweckmässigsten in's Werk gesetzt wird, dass die Eier nicht sogleich mit allem erforderlichen Nährmaterial versehen werden, was ja den Körper des Mutterthiers unnöthig lange belasten würde, sondern vielmehr successive durch das Sekret der Uterindrüsen (die modificirten Eiweissdrüsen der Sauropsiden) und durch andere Flüssigkeiten den zur Ausbildung des Jungen noch nothwendigen Baustoff zugeführt bekommen.

Aus diesem Gesichtspunkte erscheinen die physiologischen Grundverschiedenheiten in der Ernährungsart des Embryos bei Reptil, Vogel und Säuger verständlich, und aus ihnen lassen sich wiederum die morphologischen Differenzen der verschiedenartigen Embryonalentwickelung ableiten (Capitel VIII).

Schwieriger ist es die Bedingungen zu eruiren, unter welchen aus dem kaltblütigen Reptil ein Warmblüter sich entwickeln konnte. Nur dies Eine ist klar: eine höhere und stetigere Leistungsfähigkeit, als sie die Reptilien besitzen, scheint an eine höhere constante Körpertemperatur gebunden, d. h. an einen regeren Stoffwechsel. Das zur Entwickelung erforderliche Bildungsmaterial mag den Embryonen aller Amnioten in ziemlich gleicher Menge zugeführt werden, allein die Embryonen der Warmblüter bedürfen nothwendigerweise noch der Zufuhr von Wärme. Und wenn die Vögel jene von den Reptilien überkommene Ablage von grossen, hartschaligen Eiern beibehalten konnten, so dass auch die embryonalen Functionen wesentlich die gleichen blieben, so mussten für die Embryonen der Säugethiere neue Wege eingeschlagen werden, um die Athmung und Ernährung zu reguliren. Bei den Sauropsiden wird die Athmung durch die für Gase durchlässige Schale ermöglicht; dem Säugethierembryo aber kann der Sauerstoff einzig und allein durch Vermittelung des mütterlichen Blutes zugetragen werden, einen anderen Bezugsquell giebt es für ihn nicht. Und da dieser schon während der frühesten Embryonalanlage unent-

behrlich ist, so erscheint es ganz natürlich, dass bei den Beutelthieren hierzu der von den Reptilien ererbte Dotterkreislauf ausschliesslich Verwendung findet, während die Allantois, das rudimentär gewordene Athemorgan der Sauropsiden, als solches unnöthig wird und sich zurückbildet. Gleichzeitig unterbleibt beim Säugethierei die Bildung einer harten Eischale und eines dicken Eiweissmantels, sodass die Dottersackgefässe des Embryos unmittelbar an die Eioberfläche zu liegen kommen. Diese Einrichtungen genügen aber nur kurze Zeit, da mit dem Wachsthum zugleich das Athem- und Nahrungsbedürfniss steigt, und diesen stetig wachsenden Anforderungen von Seiten des Embryos wird auf zweierlei Weise entsprochen: entweder wird die Frucht, obwohl noch „unreif", geboren sobald der Dottersackkreislauf nicht mehr im Stande ist die Bedürfnisse derselben zu befriedigen, und dann geschieht die Weiterentwickelung extra-uterin (Beutelthiere); oder aber es muss noch eine neue, ausgiebigere Bezugsquelle von Nährmaterial eröffnet werden, und hierzu finden die Blutgefässe der Allantois Verwendung, indem sie sich zur embryonalen Placenta umgestalten (Placentalia). Der Embryo der Beutelthiere wird während seines Verbleibs im Uterus lediglich durch eine „Dottersackplacenta", die freilich der Gefässzotten entbehrt, aber an gefässführenden Aussackungen reich ist, genährt, während derjenige der Placentalia Anfangs durch den schwach entfalteten Dottersackkreislauf, später aber durch die Allantoisplacenta seine Nahrung empfängt.

Diese Verhältnisse finden sich in der nebengehenden Tabelle übersichtlich zusammengestellt. Einige, die Stammverwandtschaft der Mammalien mit den Sauropsiden bekräftigende Punkte sind beigefügt.

	SAUROPSIDAE	OPOSSUM	PLACENTALIA
Aeussere Eihülle	Kalkige oder lederartige Schale; nur bei einzelnen viviparen Reptilien ist die Eischale sehr dünn	Chorion, zum grössten Theil aus Ekto- und Entoderm, im Gefässhofe aus Ekto-, Meso- und Entoderm, am Haftstiel aus Ekto- und Mesoderm bestehend	Chorion; 1) meistens Ekto-, Meso- u. Entoderm, 2) Ekto- und Entoderm bei Nagern mit invertirten Keimblättern, 2) theils Ekto-, Ekto- und Mesoderm, theils Ekto-, Meso- und Entoderm (Delphin) etc.
Ernährung des Embryos geschieht durch	Dotter und Eiweiss des Eies	Zellenfreie Uterinmilch	Anfangs meist durch Uterinmilch, später durch die Allantoisplacenta
Dottersack der Frucht	Sehr gross und mit Dottersubstanz gefüllt; wird zugleich mit dem Wachsthum des Embryos resorbirt	Gross (Spuren von Dottersubstanz)	Dottersubstanz fehlt; Gestalt sehr verschieden, weil von der Ausbreitung des Amnion und der Allantois beeinflusst; bei Cavia fehlt der Dottersack (Hemmungsbildung)

	SAUROPSIDAE	OPOSSUM	PLACENTALIA
Gefässhof (Dottersack-kreislauf)	Anfangs oberflächlich auf dem Dotter, später nach innen gedrängt	Bleibt stets oberflächlich liegen als „Dottersack-placenta“ ohne Zottenbildung	Anfangs oberflächlich gelegen, wird er durch die vordringende Allantois abgehoben und kommt in's Eiinnere zu liegen.
Allantois	Ist Athemorgan und Harn-behälter	Ist nur Harnbehälter	Ist Nährorgan und zugleich Athemorgan, allermeist auch Harnbehälter
Amnion	Anfangs vorne Kopfamnion (Ekto- und Entoderm) und hinten Rumpfamnion (Ekto-derm und Somatopleura); später allein Rumpfamnion	Anfangs Kopf- und Rumpf-amnion, später allein Kopf-amnion (Rumpfamnion bis auf den Haftstiel reducirt)	Wie bei Sauropsiden; sehr selten allein Rumpfamnion (Mus, Hypudaeus, Schaf): bei Cavia Anfangs ausschliess-lich Ektodermgebilde, später Rumpfamnion
Urniere	Embryonalorgan; oft noch monatelang nach dem Aus-kriechen functionirend	Beim Beuteljungen noch wochenlang in Thätigkeit	Lediglich Embryonalorgan
Kloake	Persistirt	Persistirt in kurzer Strecke beim Weibchen	Nur als Embryonalgebilde
Epidermis	Dick (Reptilien) oder als Federkleid (Vögel)	Sehr dick beim Embryo und Beuteljungen (Epitrichial-haut); später Haare	Selten sehr dick; beim Embryo als dünne Epitrichialhaut, später Haare
Kiefer-bewaffnung	Bei Reptilien Zähne, selten Hornschnabel (Schildkröten); bei fossilen Vögeln noch Zähne, bei recenten Schnabel	Beim Embryo ein rudimen-tärer Hornschnabel, später Zähne	Selten Hornschnabel (Eden-tata), meist Zähne (beim Wallfisch als Embryonal-bildung)
Zwerchfell	Bei Apteryx geschlossen und als Athemmuskel functioni-rend, bei den übrigen offen.	Geschlossen (Athemmuskel)	Ebenso
Oviductus	Duplex	Duplex (Uterus)	Bicornis aut simplex (Uterus)
Corpus callosum	Sehr schwach entwickelt	Schwach entwickelt	Stark ausgebildet
Körper-temperatur	Wechselwarm (Reptilia); homoiotherm (Aves)	Homoiotherm	Homoiotherm; selten zeit-weilig wechselwarm (Winterschläfer).

XVI. Litteratur.

Ich habe bisher die einschlägige Litteratur ganz übergangen. Das geschah aus dem Grunde, weil die vorliegenden Publicationen über die Embryologie der Beutelthiere nur einzelne zuverlässige Daten, dagegen viele ungenaue oder irrige Angaben enthalten, deren Besprechung den Gang meiner eigenen Darstellung störend unterbrochen haben würde. Jetzt will ich kurz zusammenfassen, was bisher über die Entwickelung der Beutelthiere bekannt geworden.

Die ersten Untersuchungen über die Embryologie der Beutelthiere reichen in die Jahre 1834 und 1837 zurück, und rühren von RICHARD OWEN her (No. 1 und 2). OWEN's Arbeiten sind zugleich die zuverlässigsten und genauesten auf diesem Gebiete, was um so anerkennenswerther ist, als zu jener Zeit nicht nur die Untersuchungsmethoden unvollkommener, sondern auch die Fragestellungen weniger präcis waren. Es ist wohl der Mühe werth, einen Auszug aus OWEN's trefflichen Arbeiten an dieser Stelle mitzutheilen.

OWEN untersuchte zunächst einen Embryo von Macropus giganteus (major nach OWEN), welcher ihm mitsammt dem Uterus in Spiritus zugeschickt war. Der winzige Foetus, 7 Linien lang, lag im linken Uterus. Das Chorion war sehr dünn und zart, besass ausserordentlich viele Faltungen, welche in die Krypten des Uterus sich versenkten, aber nirgends zeigte sich eine Verklebung des Chorion mit der Uteruswand. Von Zottenbildung war keine Spur zu bemerken. Ein durchsichtiges Amnion umschloss den Embryo, dessen Augenlider noch offen waren; die Zunge ragte aus dem breiten Mundspalt hervor. Die Vorderfüsse liessen fünf Zehen mit Klauen erkennen, die Hinterfüsse waren noch zehenlos. Im Gefässhofe (vascular membrana) lag eine starke Arterie, zwei im Embryonalkörper vereinigte Dottervenen, zahlreiche Gefässramificationen und eine periphere Gefässbahn. Das Diaphragma war bereits geschlossen, die Lungen zeigten spongiösen Bau, die Nieren dieselbe Form und Lage wie beim erwachsenen Thiere: the supra-renal glands (i. e. Dauernieren) were half the size of the kidneys (i. e. WOLFF'sche Körper). Die Allantois fand OWEN nicht, oder besser gesagt, er warf sie mit dem Dottersack und dessen Gefässausbreitungen zusammen; später fand er dieses Organ jedoch an einem anderen Beutelthierembryo auf (No. 2; pag. 720, Fig. 569). — OWEN beobachtete auch ein neugebornes Beuteljunge des Känguruh von 1 Zoll 2 Linien Länge; es bewegte sich sehr lebhaft.

OWEN fand also 1) ein zottenfreies Chorion, dessen Ausbuchtungen und Falten sich in die Krypten des Uterus versenkten, ohne jedoch mit letzterem zu verkleben; 2) einen Dottersackkreislauf mit zwei venösen und einem arteriellen Hauptstamm; diese Dottersackgefässe sollen die Ernährung und Athmung vermitteln; 3) eine gefässhaltige Allantois,

deren definitive Gestalt und Function freilich nicht festgestellt werden konnte; 4) ein Amnion. Verkannt wurde dagegen die Bedeutung der Ur- und Dauerniere, die Lage der Allantois und die Gestalt des Gefässhofes etc.

Der Embryo, welchen OWEN beschrieb, war vermuthlich schon ausgetragen, sodass die Beschreibungen dieses Forschers im Allgemeinen auch ganz gut auf den reifen Foetus passen. Sehr hübsch sind OWEN's Vergleichungen der Eier der oviparen und viviparen Amnioten.

CHAPMAN (No. 25) beschrieb dann im Jahre 1881 den Foetus eines Macropus giganteus von $^6/_8$ Zoll Länge, welcher ungefähr 14 Tage vorher belegt sein soll. Autor kommt im Wesentlichen zu folgenden Resultaten. Das Chorion sei stellenweise verdickt, vielfach gefaltet, entbehre aber der Zotten; es konnte leicht vom Uterus abgehoben werden. Die Allantois war klein, frei; der Dottersack am Chorion befestigt. Der Sinus terminalis, „a circular blood-vessel", soll die Demarkationslinie zwischen Chorionwand und Dottersack bilden — eine gewiss unrichtige Angabe. Eine Arterie und zwei Venen werden beschrieben, ihr Verlauf jedoch nicht richtig erkannt. Die vorderen Extremitäten zeigten noch keine Gliederung in Zehen, die hinteren waren mit der Loupe als Wärzchen zu erkennen. Der Penis trat deutlich hervor u. s. w. — Diese Untersuchung enthält, wie CHAPMAN selber zugiebt, nichts Neues, sie bestätige nur OWEN's Beschreibung.

Um so mehr ist es zu bedauern, dass OSBORN im Jahre 1883 die schönen Beobachtungen OWEN's wieder in Frage stellte, und zwar auf Grund seiner Untersuchung der Embryonen von Didelphys virginiana und eines australischen Beutelthiers (No. 20). Es würde zu weit führen, wollte ich die Angaben OSBORN's hier Punkt für Punkt wiederlegen, aber einige seiner irrigen Darstellungen muss ich doch zur Sprache bringen, da dieselben zum Theil schon in der Litteratur Eingang gefunden haben. Fälschlich werden gefässhaltige warzenartige Zotten des Chorion beschrieben: „from the epithelium of the yolk-sac there arise papillae, which become vascular, while the subzonal cells become very much flattened" etc. Die weitere ausführliche Beschreibung dieser Zotten sowie die zugehörigen Abbildungen sind mir nicht ganz verständlich, aber jedenfalls existiren solche Zotten nicht; wahrscheinlich handelt es sich hier um ein Artefact. Was ferner OSBORN für den Mesoblast der Allantois hält, ist sicherlich nichts Anderes als die oben beschriebene Nische des Dottersacks. Die Beschreibungen und Abbildungen vom Dottersack, das Lageverhältniss des Embryos zum Gefässhofe und mehreres Andere in der Darstellung ist unrichtig. Angesichts dieser Irrthümer muss ich übrigens ausdrücklich hervorheben, dass die Beschaffenheit der Ei- und Embryonalhäute bei den Beutelthieren recht schwierig zu verstehen ist, so dass nur eine grössere Reihe von Entwickelungsphasen einen richtigen Einblick in die Configuration dieser Gebilde gewähren kann.

Ich stehe davon ab, die grosse Zahl der embryologischen Arbeiten, welche mir bei meiner Untersuchung förderlich gewesen sind, hier der Reihe nach aufzuführen, da ein Jeder, der sich mit den einschlägigen Themata eingehender beschäftigt, die betreffende Litteratur in den Handbüchern der Embryologie und in den Jahresberichten vorfindet. Nur einzelne Arbeiten, auf welche im Texte hingewiesen ist, mögen hier Erwähnung finden.

No. 1. R. Owen. On the Generation of the Marsupial Animals, with a Description of the Impregnated Uterus of the Kangaroo; in: Philosophical Transactions of the Royal Society of London. 1834. Part II; pag. 333—364; pl. VI—VII.

No. 2. R. Owen. On the Anatomy of Vertebrates. Vol. III. Mammals. London. 1868. pag. 715—723.

No. 3. A. v. Kölliker. Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. Zweite Auflage. Leipzig. 1879.

No. 4. E. Ehlers. Nebendarm und Chorda dorsalis; in: Nachrichten von der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften und der Georg-August-Universität zu Göttingen. 1885. No. 12.

No. 5. Ed. van Beneden & Ch. Julin. Observations sur la maturation, la fécondation et la segmentation de l'oeuf chez les Cheiroptères; in: Archives de Biologie. Tome I (1880), pag. 551—571. Pl. XXII et XXIII.

No. 6. Ed. van Beneden & Ch. Julin. Recherches sur la formation des annexes foetales chez les Mammifères (Lapin et Cheiroptères). Ebenda, Tome V. 1884. pag. 369 bis 434. Planches XX—XXIV.

No. 7. Ed. van Beneden. Recherches sur l'embryologie du Lapin. Ebenda, Tome I, 1880.

No. 8. Gasser. Eierstocksei und Eileiterei des Vogels; in: Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg. Jahrgang 1884, pag. 84—90.

No. 9. Gasser. Beiträge zur Kenntniss der Vogelkeimscheibe; in: Archiv für Anatomie und Physiologie (Archiv für Anatomie und Entwickelungsgeschichte). Jahrgang 1882, pag. 360—398.

No. 10. O. Hertwig. Die Entwicklung des mittleren Keimblattes der Wirbelthiere. Mit 9 Tafeln. Jena, 1883.

No. 11. K. E. von Baer. Untersuchungen über die Gefässverbindung zwischen Mutter und Frucht in den Säugethieren. 1828, fol.

No. 12. R. Bonnet. Beiträge zur Embryologie der Wiederkäuer, gewonnen am Schafe; in: Archiv für Anatomie und Physiologie. Anatomische Abtheilung. Jahrgang 1884, pag. 170—230, Taf. IX—XI.

No. 13. C. Kupffer. Die Gastrulation an den meroblastischen Eiern der Wirbelthiere und die Bedeutung des Primitivstreifs; in: Archiv für Anatomie und Physiologie. Anatomische Abtheilung. 1882 und 1884.

No. 14. Th. L. W. Bischoff. Entwicklungsgeschichte des Hunde-Eies. Mit fünfzehn Steintafeln. Braunschweig, 1845.

No. 15. K. Lampert. Zur Genese der Chorda dorsalis beim Axolotl. (Philosophische Inaugural-Dissertation). Erlangen, 1883. — Zugleich in: Sitzungsberichte der physikalisch-medicinischen Societät zu Erlangen. 1883.

No. 16. E. Selenka. Studien über Entwickelungsgeschichte der Thiere. Drittes Heft. Die Blätterumkehrung im Ei der Nagethiere. Mit 6 Tafeln. Wiesbaden, 1884.

No. 17. F. Balfour. Handbuch der vergleichenden Embryologie. Uebersetzt von B. Vetter.

No. 18. M. von Kowalewski. Ueber die ersten Entwicklungsprocesse der Knochenfische; in: Zeitschrift für wiss. Zoologie. XLIII, pag. 434—480; Tafel XVII (1886).

No. 19. M. von Kowalewski. Die Gastrulation und die sog. Allantois bei den Teleostiern; in: Sitzungsberichte der physikalisch-medicinischen Societät zu Erlangen. Sitzung vom 7. Juni 1886. Tafel.

No. 20. H. Osborn. Observations upon the foetal Membranes of the Opossum and other Marsupials; in: Quarterly Journal of Microscopical Science, for July 1883. Plate XXXIII. Zwölf Seiten Text.

No. 21. R. Bonnet. Ueber die Eihäute der Wiederkäuer; in: Sitzungsberichte der Morphologischen Gesellschaft, München. Sitzung vom 25. Mai 1886.

No. 22. N. Lieberkühn. Ueber die Chorda bei Säugethieren; in: Archiv für Anatomie und Physiologie. Anatomische Abtheilung. 1882.

No. 23. J. Kollmann. Die Geschichte des Primitivstreifens bei den Meroblastiern; in: Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel. VIII. Erstes Heft. 1886.

No. 24. F. Balfour. A Comparison of the Earli Stages in the Development of Vertebrates; in: Quarterly Journal of Microscopical Science. Juli 1875. (With plate I).

No. 25. H. Chapman. On a foetal Kangaroo and its membranes; in; Proceedings of the Academy of natural sciences of Philadelphia. 1881 (1882), pag. 468—471; pl. XX.

No. 26. A. v. Kölliker. Embryologische Mittheilungen; in: Festschrift der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle. 1879. 4°. Mit zwei Tafeln. — Auch als Sonderabdruck. — Nachträglich sei hervorgehoben, dass Kölliker bei einem Kaninchenembryo einen direkten genetischen Zusammenhang der Hypophysentasche mit der Chorda

vermuthet, ferner dass dieser Forscher einen in den „vorderen Schädelbalken“ (Kölliker) hinein sich erstreckenden soliden Fortsatz der Chorda abbildet, welcher, wie ich annehmen möchte, dem hinteren aufsteigenden Schenkel des schleifenförmigen vorderen Chordaendes entspricht. — Dass die „Seessel'sche Nebentasche“ mit der obenerwähnten „Gaumentasche“ identisch sei, ist höchst unwahrscheinlich, denn letztere entsteht und vergeht früher als die Hypophysentasche, als deren gleichzeitige Bildung die Seessel'sche Tasche anzusehen ist.

No. 26. Meigs. On the Reproduction of Didelphys virginiana; in: American Philosophical Society, April 1847. — Dieser Abhandlung konnte ich zu meinem Bedauern nicht habhaft werden.

Hiermit beschliesse ich vorläufig meine Mittheilungen über die Entwickelung des Opossum. In dem folgenden Hefte dieser „Studien“, welches die Embryologie einiger australischer Beutelthiere behandelt, werde ich Gelegenheit haben, etliche Organe und Organsysteme des Opossum näher zu beschreiben, welche an dieser Stelle deshalb nicht eingehender besprochen wurden, weil die Darstellung derselben erst durch die, an den australischen Beutelthieren gewonnenen Resultate zu einem vollständigen Entwickelungsbilde ergänzt werden konnte. — Diese Mittheilungen werden zu Ostern 1888 zur Publication gelangen.

Indem ich meinem sehr verehrten Verleger und Freunde, Herrn C. W. Kreidel in Wiesbaden, für die liebenswürdige Erfüllung meiner Wünsche bezüglich der Herausgabe dieser „Studien“ den herzlichsten Dank, und dem Lithographen Herrn Kirst in Leipzig meine volle Anerkennung für die sorgfältige und geschmackvolle Reproduction meiner Zeichnungen ausspreche, hebe ich zugleich hervor, dass mein treuer Assistent, Herr Dr. A. Fleischmann, mir bei der Durchführung meiner Untersuchungen hilfreich zur Seite gestanden hat. Auch Herrn Dr. von Kowalewski, welcher die Güte hatte einige complicirtere Zeichnungen für mich anzufertigen, fühle ich mich zu Dank verpflichtet.

Tafel XVII.

Sämmtliche Figuren sind mit der Camera lucida gezeichnet, die Figuren 1—3, 8, 10—11 nach Balsampräparaten, Figur 4—6 nach frischen Eiern; reconstruirt aus Schnittserien ist Figur 7 und 9; die Aussencontouren der Figuren 7, 9 und 11 wurden mit den nach den frischen Eiern gezeichneten Umrisslinien verglichen und nach letzteren corrigirt. — Die Kerne sind durch violetten Ton hervorgehoben.

a animaler Pol der Gastrula
b Gerinnsel (ohne Dotterkörnchen)
Bl Gastrulamund
ei Eiweissmantel
en Entodermzellen
i Dotterballen (kernlos)
K Kerne der Granulosazellen
P innere Fläche des Eiweissmantels, in Fig. 1—3 vielleicht noch als Zona pellucida zu deuten
ρ Richtungskörper
S Spermatozoen
Z Granulosamembran (zur Membran reducirte Granulosa-Zellen).

Fig. 1. Unbefruchtetes Ei aus dem Ovidukte.
Die Granulosazellen haben sich an einer Stelle etwas abgehoben. Der Eiweissmantel hat seine definitive Grösse noch nicht erreicht.

Fig. 2. Eizelle aus dem erweiterten unteren Theile des Eileiters.
Eiweissmantel und Granulosamembran ist in der Zeichnung weggelassen.

Die folgenden Eier sind dem Uterus entnommen:

Fig. 3. Ei aus dem Uterus. Zwei Blastomeren von gleicher Grösse.
Die Zellenleiber waren etwas geschrumpft und gedrückt.

Fig. 4. Viertheilung. Nach dem frischen Ei gezeichnet.

Fig. 5. Dasselbe bei stärkerer Vergrösserung. Eiweissmantel weggelassen.

Fig. 6. Acht Zellen, zu zwei Kreisen geordnet.
Nach dem frischen Ei entworfen. Eiweissmantel hier, sowie in den folgenden Figuren weggelassen.

Fig. 7. Zweiundvierzig Zellen.
(Reconstructionsbild, Umriss nach dem frischen Ei). Durch den offenen Blastoporus der Gastrula schaut man in die Furchungshöhle, in welcher eine einzige Entodermzelle liegt.

Fig. 8. Dieselbe Gastrula im Längsschnitt.

Fig. 9. Achtundsechzig Zellen.
(Reconstructionsbild, Umriss nach dem frischen Ei). Gastrula von der Seite gesehen.

Fig. 10. Dieselbe Gastrula im Längsschnitt.

Fig. 11. Aeltere Gastrula im Längsschnitt.
Die Kerne der Entodermzellen sind dunkler gehalten. — *f* Furchungshöhle.

Fig. 12. Ein Stück der Granulosamembran.
A in der Aufsicht, *B* im Durchschnitt. — *K* Kern, *K'* Kern mit undeutlicher Abgrenzung.

Fig. 1.

Fig. 12.

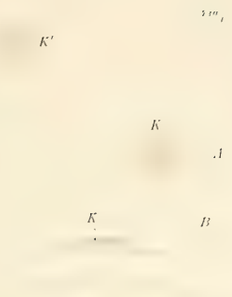


Fig. 2.

Fig. 4.

Fig. 3.

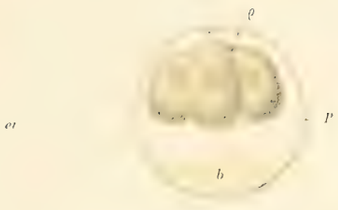


Fig. 6.

Z

Fig. 10.

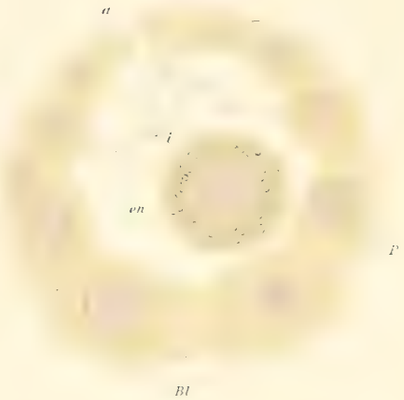


Fig. 8.

Fig. 5.

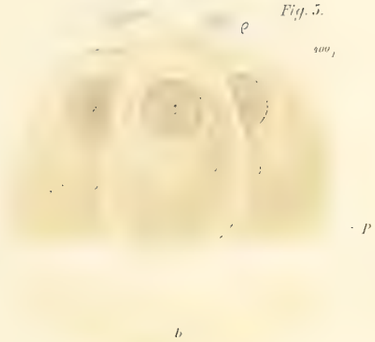
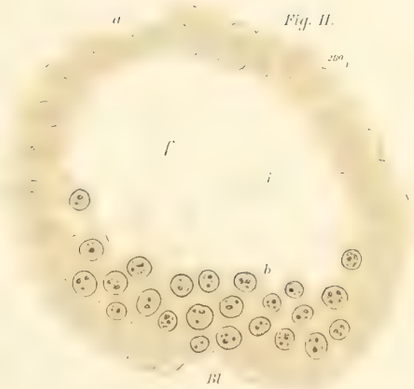


Fig. 9.

Fig. 7.

Fig. 11.



Tafel XVIII.

b Gerinsel.
Bl Blastoporus.
ei Eiweissschicht.
en Entoderm.
ex Ectoderm.
h Perivitellinraum.
mes Mesoderm.
pr Primitivrinne.
z Granulosamembran.

Fig. 1. Eiförmige Gastrula, nach dem frischen Ei gezeichnet.

Fig. 2. Längsschnitt durch dieselbe; Balsampräparat.
Die Kerne des Entoderms sind durch dunkleren Farbenton hervorgehoben.

Fig. 3. Gastrula, 10 Stunden nach Beginn der Furchung.
Der Schnitt geht durch die Längsaxe des zukünftigen Embryos (vergl. pag. 112 oben). Die Kerne des Entoderms violett.

Fig. 4. Region des Blastoporus im Längsschnitt, von einer gleichaltrigen Gastrula. Entodermzellen violett.

NB. Dem Alter nach folgen hier die auf Tafel XIX abgebildeten Keimblasen.

Fig. 5—11 Keimblasen im Alter von 48 Stunden (nach Beginn der Furchung).

Fig. 5—7. Drei Keimblasen mit birnförmigem Fruchthof.
Primitivstreif und Coelomlappen (Sichelhörner) sind durch violetten Ton markirt. Nach vorne strahlen die letzteren in Zellenketten aus, während sie im hinteren Abschnitte ein einschichtiges geschlossenes Lager bilden, wie aus den Schnitten Fig. 8—11 hervorgeht.

Fig. 8. Querschnitt durch die Keimblase Fig. 6; die Schnittebene fällt in den hinteren Theil des Fruchthofs.

Fig. 9—10. Aehnliche Schnitte bei stärkerer Vergrösserung.

Fig. 11. Querschnitt durch die vordere, in Zellenketten und Zellennetze ausstrahlende Partie der Coelomlappen.

Alle Figuren sind sorgfältig mittels der Camera lucida gezeichnet. Die Keimblasen Fig. 5—7 wurden nach frischen Objecten entworfen, nach der Färbung und Aufhellung abermals untersucht und endlich die Ausbreitung des Mesoderms nach den Schnittserien genauer ermittelt.

Fig. 1.
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 2
Fig. 8.
Fig. 5.
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.

Tafel XIX.

Alle Figuren wurden mit der Camera lucida entworfen. Die Kerne des Entoderms sind durch rothen Farbenton hervorgehoben.

ei Eiweissschicht.
en Entoderm.
ex Ectoderm.
K Keimscheibe.
Z Granulosamembran.

Fig. 1. Kugelrunde Keimblase, 24 Stunden nach Beginn der Eifurchung.

Die Keimscheibe ist dem Beschauer zugewendet und markirt sich als nahezu kreisrunde Partie durch die dichter stehenden Kerne der Ektodermzellen. Der Ort des Blastoporus war nicht mehr aufzufinden. In der Handzeichnung war Eiweissschicht und Granulosamembran angegeben, ist aber in der Lithographie vergessen worden.

Fig. 2. Vertikaler Durchschnitt durch eine gleichaltrige Keimblase.

Die Ektodermzellen sind an der aplastischen Seite der Keimblase verdickt, im Bereiche des Fruchthofs cylindrisch. Der Eiweissmantel überdeckt das Ektoderm noch vollständig.

Fig. 3. Ein Schnitt durch die Mitte der Keimscheibe einer gleichaltrigen Gastrula bei starker Vergrösserung.

Fig. 4. Ein Theil einer gleichaltrigen Keimscheibe von der Fläche.

Fig. 5. Freie Keimblase, *32 Stunden* nach Beginn der Furchung.

Die Anordnung der Kerne ist in der Lithographie ein Wenig schematisirt; zwar bemerkt man im Präparate vielfach eine Reihenstellung der Kerne, jedoch nicht auf so lange Strecken hin, wie dies in der Lithographie der Fall ist. Im Bereiche der Keimscheibe stehen die Ektodermzellen dichter.

Fig. 6. Vertikaler Durchschnitt durch eine nahezu gleichaltrige Keimblase.

Der Eiweissmantel ist über dem Fruchthofe und dessen Umgebung vollständig resorbirt. Das Entoderm hatte sich in Folge der Härtung und Färbung vom Ektoderm ein wenig zurückgezogen; ebenso in der Nähe des Buchstab *Z* die Keimblasenwand von der Granulosamembran *Z* zufällig abgehoben.

Figuren 7—10 Spermatozoen, nach frischen Objecten mittelst der homogenen Immersion gezeichnet.

Fig. 7. Spermatozoon, in rapider Vorwärtsbewegung begriffen.

Die punktirten Längslinien markiren die Vibrationsfläche. $^{1000}/_{1}$.

Fig. 8. Kopf einer solchen Zwillingszelle bei 3500facher Vergrösserung.

Schwanzwurzeln und Schwanzfäden lassen deutliche Querstreifung erkennen.

Fig. 9. Eine Spermatozoen-Zwillingszelle, in langsamer Bewegung begriffen. $^{2000}/_{1}$.

Fig. 10. Einzelzellen, durch Zerreissung der Zwillingszellen entstanden; diese Spermazellen führen stossende Bewegungen aus.

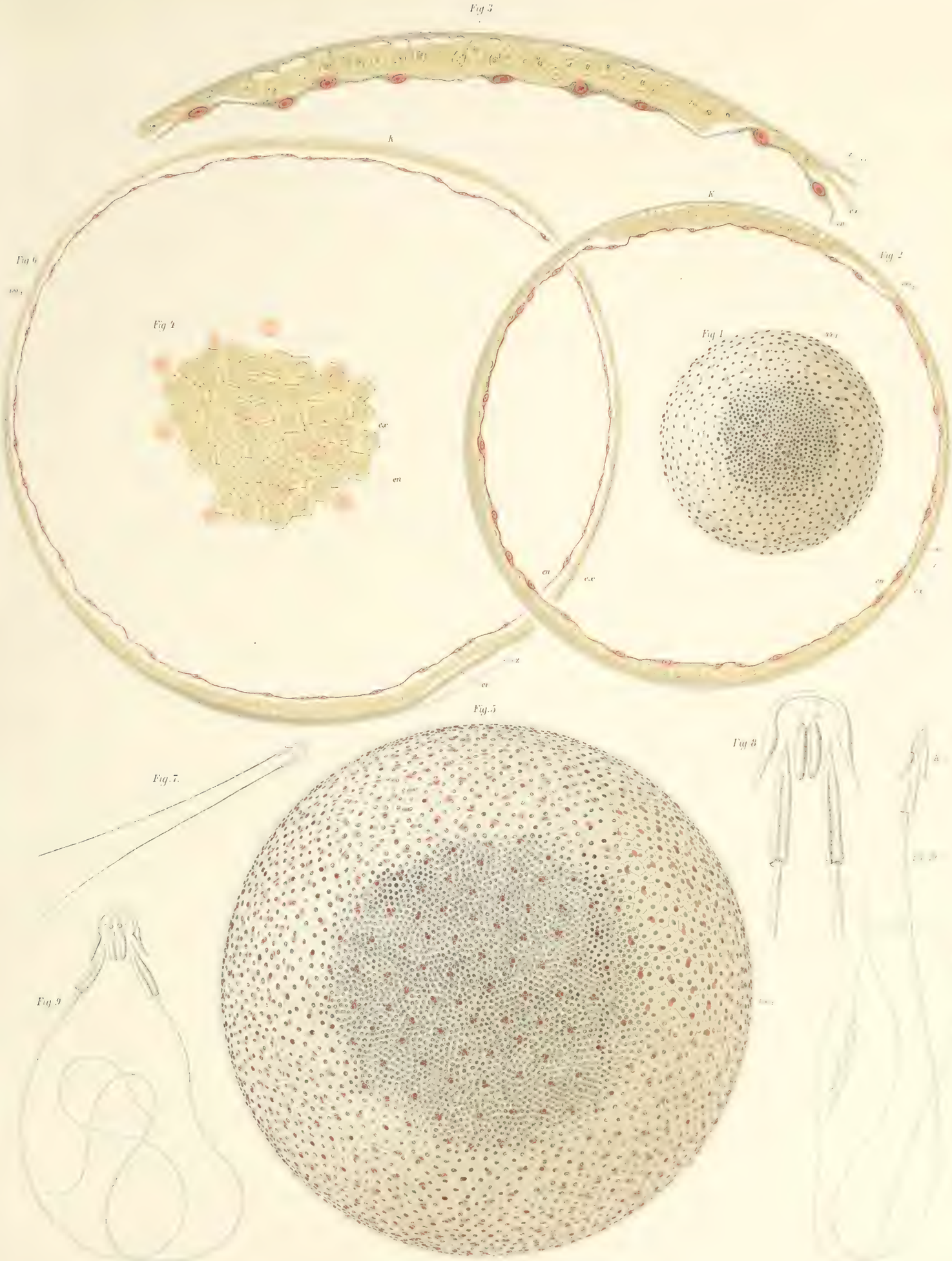


Fig 3
Fig 6
Fig 4
Fig 2
Fig 1
Fig 5
Fig 8
Fig 7
Fig 9
Selenka del

Tafel XX.

Ap Area pellucida.
C Coelom.
c Herzanlagen.
Ch Chorda dorsalis.
δ Anhäufungen von Eiweiss.
D Eiweiss.
en Entoderm.
ex Ektoderm.
h Spaltraum.
i Mesodermzellenstrang der Parietalzone.
med Medullarplatten.
mes Mesoderm.
pr Primitivrinne.
Uw Urwirbel.
x Vorderes Ende der Chorda.
y Mesodermzellenketten, in die seitlichen Verbreiterungen des Hinterkopfes ausstrahlend.
Z Granulosamembran.
⟿ Medianlinie des Embryos.

Fig. 1 Kugelrundes Ei, bei durchfallendem Lichte gesehen, 4 Millimeter gross. 60 Stunden nach Beginn der Furchung. Die Pfeile *α*—*δ* bezeichnen die Richtung der Schnitte Figur *α*—*δ*.

Fig. 2. Senkrechter Querschnitt durch die Keimblase, schematisch. Die Einziehung war auch am *frischen* Ei vorhanden.

Fig. 3. Das gesammte Mesoderm derselben Keimblase, in gleicher Ansicht wie Fig. 1. Links und rechts neben der Chorda bemerkt man zwei Streifen, in welchen die Mesodermzellen fehlen. Reconstructionsbild.

Fig. *α*—*δ*. Querschnitte der Keimblase Fig. 1.

Fig. *ε*. Eine der Ektodermwucherungen; die Kerne der Ektodermzellen sind weggelassen.

Fig. 4. Keimblase 72 Stunden nach Beginn der Furchung. *Z* Umriss der Keimblase (Granulosamembran).

Fig. 5. Die einzige Ektodermwucherung derselben Keimblase; dieselbe befand sich in der dem Embryo gegenüber liegenden Wand.

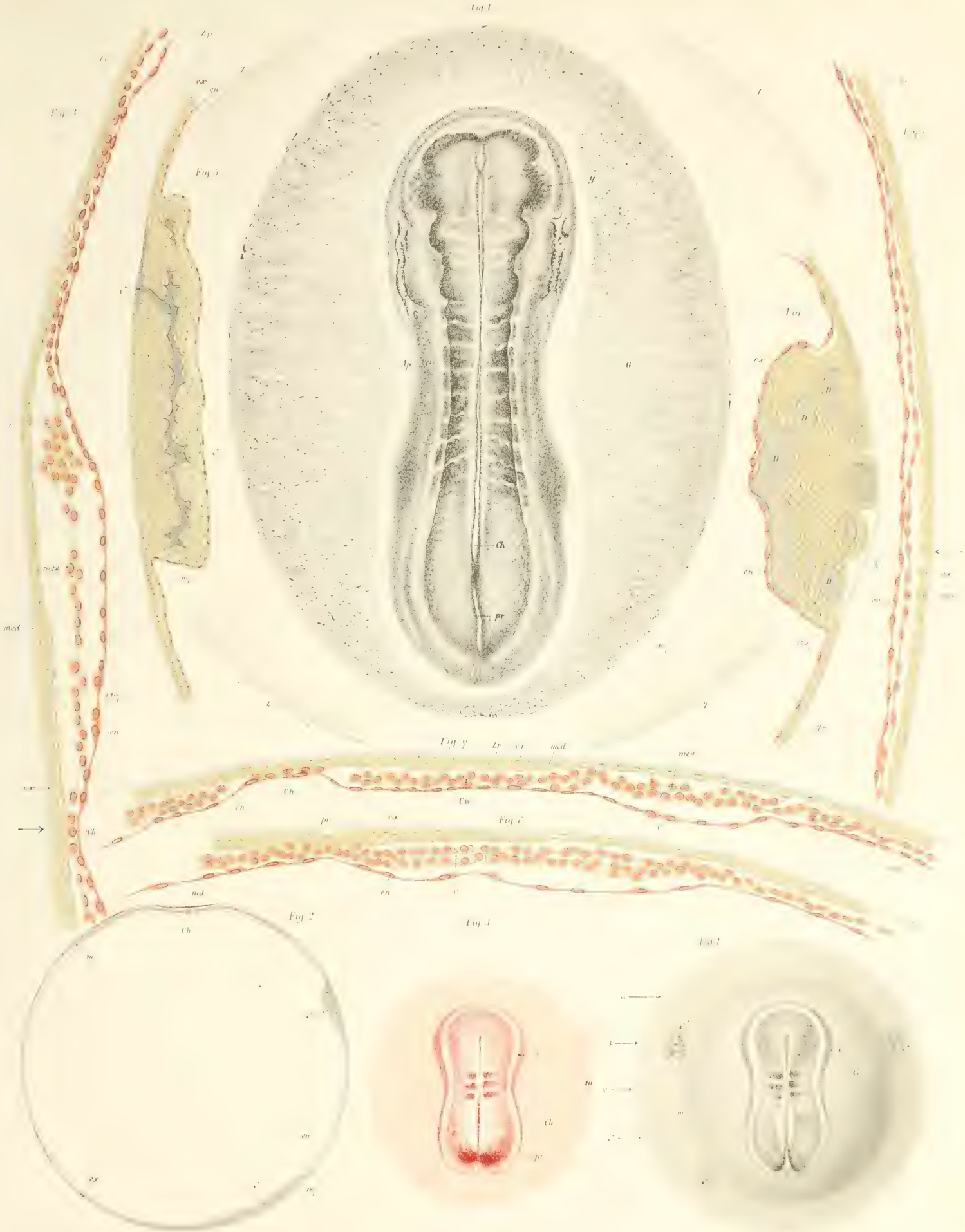


Fig. 1
Fig. 3
Fig. 5
Fig. 4
Fig. 6
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 1
Ch
pr
mes
med
en
ex
Ap
G
D

Selenka del.

Tafel XXI.

Die Granulosamembran ist in den Figuren 2, 4—6 weggelassen.

C Coelom.
Ch Chorda dorsalis.
Ed Endothelrohr des Herzens.
en Entoderm.
ex Ektoderm.
gf Gefässblatt.
md Aussenrand der Medullarplatten.
o Raum unter der Kopfscheide.
pr Primitivrinne.
rf Rückenfurche.
sm somatisches Mittelblatt.
splm splanchnisches Mittelblatt.
Uw Urwirbel.
Uwh Urwirbelhöhle.
V Kopfscheide.
Z, Zr Granulosamembran.

Fig. 1. Keimblase von circa 73 Stunden. Der kreisrunde Umriss derselben ist in *αα* angedeutet. Die Pfeile bezeichnen die Schnittrichtungen der Figuren 2—7.

Fig. 2. Schnitt 42 desselben Embryos.

Fig. 3. Schnitt 185.

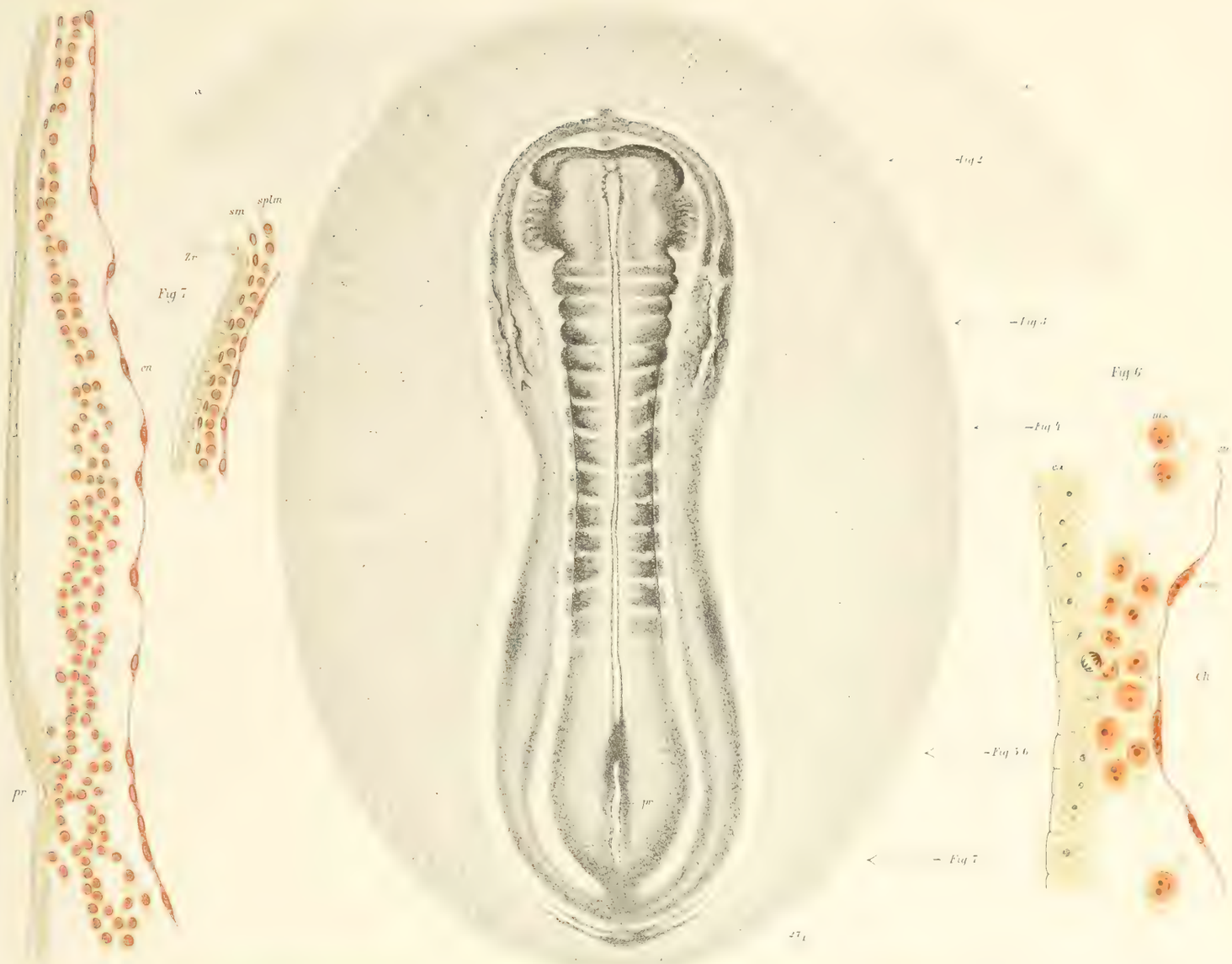
Fig. 4. Schnitt 272.

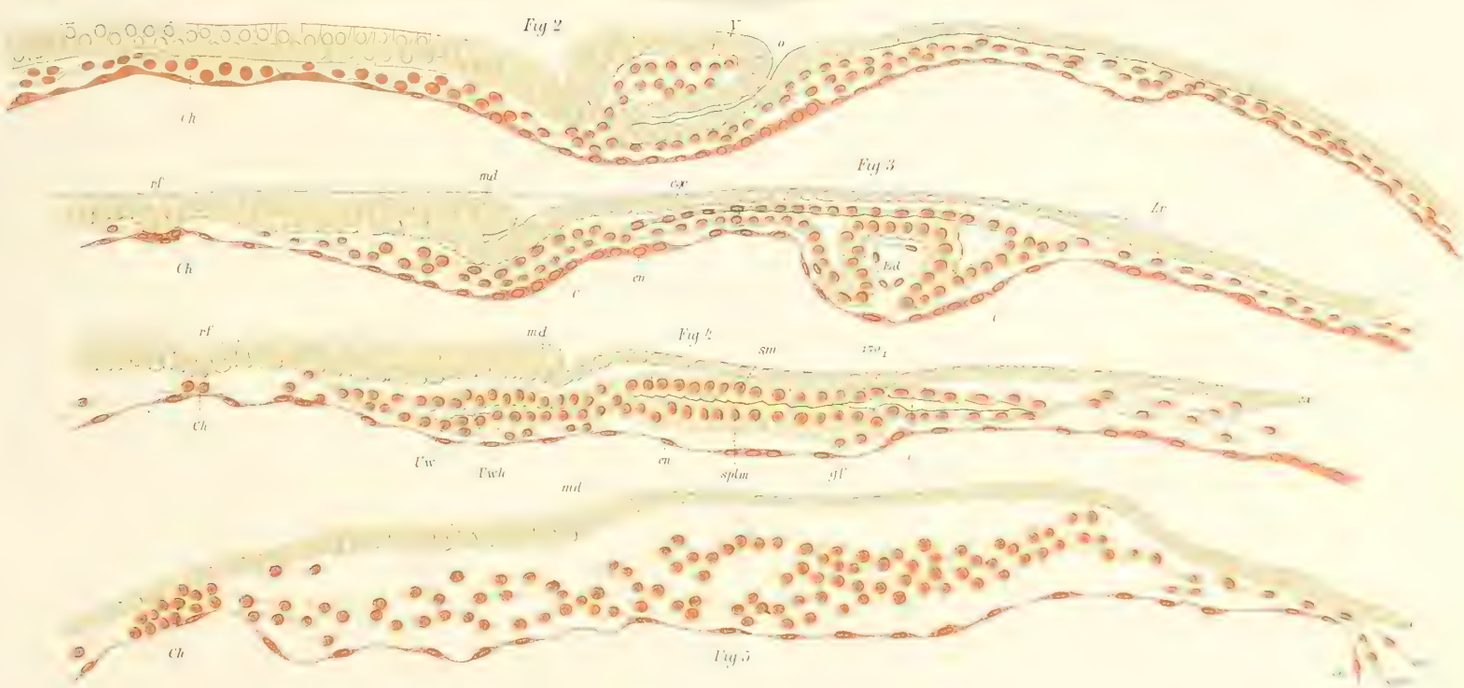
Fig. 5. Schnitt 650.

Fig. 6. Detail desselben Schnittes bei stärkerer Vergrösserung.

Fig. 7. Schnitt 781. Man sieht die aus der Wand der Primitivrinne ausstrahlenden Zellenketten. Wegen Raummangels musste der distale Abschnitt der Figur gesondert gezeichnet werden.

Fig 1





Selenka del

Tafel XXII.

Ae Kopfamnion, aus Ektoderm und Entoderm bestehend.
Ah Amnionhöhle.
Am Fig. 1—2, Amnion.
Am Rumpfamnion, aus Ektoderm und Mesoderm zusammen gesetzt.
Bl Blutkörperchen.
β verästelte Zellenstränge des Mesoderms (Urwirbelplatte des Kopfes).
ch Chorda dorsalis.
c Herzventrikel.
C Coelom (Pleuroperitonealhöhle).
Eiw Eiweisshülle, unter der Granulosamembran.
en, ent Entoderm.
ex Ektoderm.
G Gefässe.
H Gehirn.
I Interamnionhöhle des Rumpfamnion, (seitliche Fortsetzung des Coeloms).
i Darmhöhle (Darmrinne).
i' Kopfdarmhöhle; in Fig. 5 das vordere blinde Ende angeschnitten.
m Mesoderm.
ml Mesodermlücken.
os Mundhöhle, noch nicht in Communication mit der Darmhöhle.
O Gehörgrübchen.
sH seröse Hülle (falsches Amnion), Chorion.
R Rückenmark.
sM somatisches Mittelblatt.
spM splanchnisches Mittelblatt.
st sinus terminalis.
Uw Urwirbel.
Uwh Urwirbelhöhle.
v Vorhöfe des Herzens.
Wf Wolff'scher Gang (in Fig. 11 nicht bezeichnet, in Fig. 12 nicht deutlich genug markirt).
y Granulosamembran.

Fig. 1. Keimblase, vier Tage nach beginnender Furchung, bei 4facher Vergrösserung.
Das Gehirn und hinteres Viertel des Medullarrohrs war noch offen; das Amnion noch nicht geschlossen. *g* Gefässhof. *Aml* Amnionloch.

Fig. 2. Derselbe Embryo bei 20facher Vergrösserung, von der Bauchseite gesehen.
Da die Gefässe nicht gut zu erkennen waren, so sind dieselben gar nicht in der Zeichnung berücksichtigt. Die gefaltete Membran, welche links, rechts und hinten den Embryonalkörper überdeckt, ist die Fortsetzung des Darms oder der Dottersack (vergl. Fig. 11 und 12, *ent*); das Gehirn ist vornen geschlossen. *sr* hinterer Rhomboidalsinus der Medulla (vergl. Fig. 14).

Fig. 3. Ein nahezu gleichaltriger Embryo, bei 11facher Vergrösserung.
Das Amnionloch war etwas grösser, der Embryo vermuthlich nur 1—2 Stunden jünger als der in Fig. 1—2 abgebildete. Die horizontalen Linien bezeichnen die Richtungen der Schnitte Fig. 4—14; letztere bei 55facher Vergrösserung. — Die „Wolff'schen Gänge" waren schon von Schnitt 220 an als solide Verdickungsleisten erkennbar, im 320. Schnitte war schon ein Kanal vorhanden. — In Fig. 4—10 ist das Chorion nicht mitgezeichnet.

Fig. 4. Achtzehnter Schnitt; *Ag* Augenblasen.

Fig. 5. Schnitt 32.
Fig. 6. „ 41.
Fig. 7. „ 46.
Fig. 8. „ 71.
Fig. 9. „ 110.
Fig. 10. Schnitt 138.
Fig. 11. „ 180.
Fig. 12. „ 264.
Fig. 13. „ 406.

Fig. 14. Schnitt 490 (vergl. Fig. 2, *sr*).

Fig. 15. Sinus terminalis; $^{400}/_{1}$. Mesodermzellen violett.

Fig. 16. Stück der Eihaut des Embryos Fig. 1, von der dem Embryo gegenüberliegenden Seite der Keimblase; $^{400}/_{1}$.

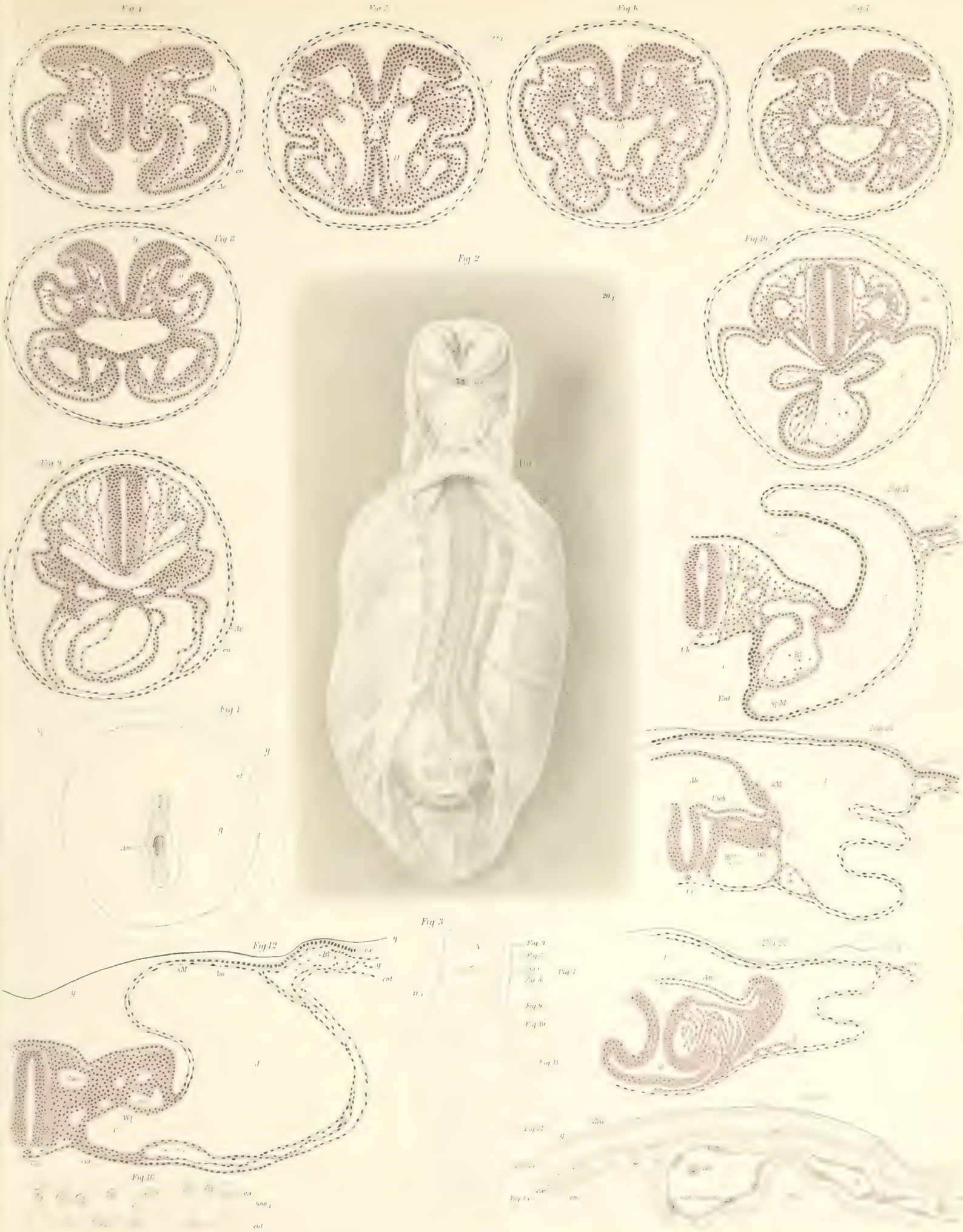


Fig 1
Fig 2
Fig 3
Fig 8
Fig 9
Fig 10
Fig 12
Fig 16

Tafel XXIII.

Alle Embryonen circa 5 Tage alt (vom Beginn der Furchung gerechnet).

Fig. 1. Keimblase in natürlicher Grösse.

Etwa der dritte Theil der Oberfläche war in der Region des Embryos locker mit der Uterusschleimhaut verklebt, und zwar vermittelst der Granulosamembran, die sich ihrerseits aber leicht von der Keimblase abheben liess; ihr freier Rand ist in der Zeichnung deutlich zu erkennen. Auf der dem Embryo gegenüberliegenden Hälfte der Keimblase ist die Granulosamembran schon resorbirt.

Fig. 2. Gleichaltrige kugelrunde Keimblase, dreifach vergrössert. Die Gefässe sind nur angedeutet.

amn Amnionnabel.
Dv Dottervene.
g Gefässhof.
st sinus terminalis.
Zr Granulosamembran.
u untere Hälfte der Keimblase, an welcher die Granulosamembran schon geschwunden ist.

Fig. 3. Obere Hälfte einer ähnlichen Keimblase.

Man schaut in die Halbkugel hinein. Gefässe (roth) grösstentheils mit der Camera gezeichnet.

am Kopfamnion.
ao Aorten.
d hintere offene Darmpforte.
c Herz.
Dv Dottervenen.
E vordere Extremität.
u untere Hälfte der Keimblase, an welcher die Granulosamembran schon geschwunden ist.

Fig. 4. Embryo einer Keimblase von circa 5 Tagen 2 Stunden.

Bezeichnung wie in Fig. 3; ferner:

γ Gehörbläschen.
H hintere Extremität.
n Geruchsgrübchen.
o Ort, wo der Munddarm sich einstülpt.
U Unterkiefer.
Uw Urwirbel.
Z Zungenbein.

Fig. 5—9 Querschnitte in den auf Fig. 4 angegebenen Richtungen. Fig. 5 bei 32facher, Fig. 6—9 bei 50facher Vergrösserung. Das gesammte Mittelblatt ist durch rothen Farbenton markirt; die Blutkörper sind weiss gelassen.

A primäre Augenblase (Fig. 5).
am Amnion.
ao Aortae.
bl Blutkörperchen.
c Herzhöhle.
Ch Chorda.
D Darmhöhle.
d Schwanzdarm (Fig. 9).
Dv Dottervene.
E vordere Extremität.
Ei Eiweissschicht (in Fig. 5 ist der Leitstrich zu kurz).
en Entoderm.
ex Ektoderm.
G Gehirnhöhle.
g Gefässe.
I Interamnionhöhle des Rumpfamnion.
k Körperwand.
m Mittelblatt.
p Coelomepithel.
Rf Rückenfurche.
S Hirnrinde.
sh seröse Hülle (falsches Amnion).
so somatisches Mittelblatt.
spm splanchnisches Mittelblatt.
U Urnierenbläschen.
v Vene.
W Wolff'scher Gang.
yy Umschlagsränder des Mittelblatts (Fig. 5).
Z, Zr Granulosamembran.

Fig. 5. Der Schnitt traf den Embryo nicht genau senkrecht zur Längsaxe.

Fig. 6. Die Interamnionhöhle ist wegen Mangels an Raum etwas kleiner gezeichnet worden (vergl. Figur 7). Die Granulosamembran ist weggelassen.

Fig. 7. Wegen Raummangels musste der Gefässhof *gefaltet* gezeichnet werden. Granulosamembran fortgelassen.

Fig. 8. Die Granulosamembran zum Theil abgehoben.

Fig. 9. Die Figur ist aus zwei benachbarten Schnitten combinirt.

Fig. 10. Urnierenbläschen und Wolff'scher Gang eines Embryo von *vier* Tagen.

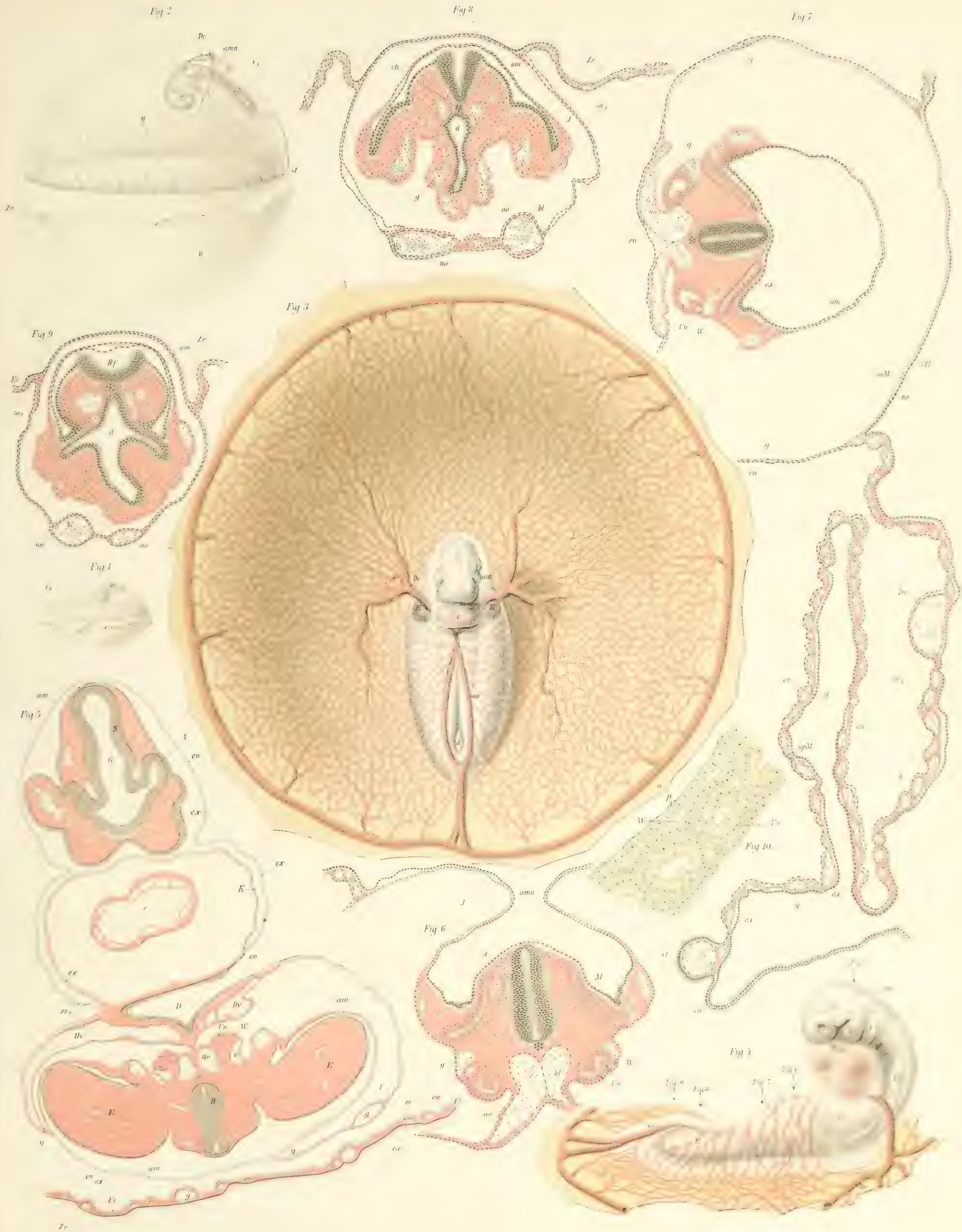


Fig 2
Fig 8
Fig 7
Fig 3
Fig 9
Fig 1
Fig 5
Fig 10
Fig 6
Fig 4

Tafel XXIV.

Mit Ausnahme der Fig. 1, 10—13 sind die Figuren etwas schematisirt. Sämmtliche Zeichnungen beziehen sich auf die Embryonen der Tafel XXIII (5 Tage alt).

blau Entoderm,
roth Antheil des Mesoderms an den Embryonalhüllen (in Fig. 1 ist das Mesoderm grau).

Ae Kopfamnion (aus Ektoderm und Entoderm bestehend).
Am Rumpfamnion (aus Ektoderm und Mesoderm bestehend).
amn Amnionnabel, von der Granulosamembran stets überdeckt (vergl. Fig. 2).
ao Aorten.
B (Fig. 3) Pfeilspitzenförmiges Feld, unter welchem die Interamnionhöhle des Rumpfamnion liegt (vergl. Fig. 2 und 4).
c Herz.
d hintere Darmpforte.
Dv Dottervenen.
E vordere Extremität.
en Entoderm.
ep Epiglottis.
ex Ektoderm.
g Blutgefässe.
H Hinter- und Nachhirn.
hg vorderes Ende des Kopfdarms.
I Interamnionhöhle des Rumpfamnion.
i, i, i (Fig. 2 und 4) vorderer Umschlagsrand des Rumpfamnion (vergl. Fig. 5 der Taf. XXIII).
K Kopfdarm.
L Coelom.
M Mittelhirn.
mes Mesoderm.
o Mund.
pl Lunge.
PP Coelom.
q diejenige Hälfte der Keimblasenwand, welche kein Mesoderm enthält.
r Rachensegel.
R Rückenmark.
Ri Riechgrube (Fig. 10).
S Schwanzdarm.
st sinus terminalis.
tr Trachea.
Ums Umschlagsrand des Rumpfamnion.
V Vorderhirn.
Wk Wolff'scher Körper.
x (Fig. 4–6) hintere solide Zipfelchen der in Fig. 3 durch einen Pfeil bezeichneten Niesche des Kopfamnion (in Fig. 4 ist der Ort markirt).
y Nieschentasche des Kopfamnion (Fig. 7—9).
Zr Granulosamembran.
Zu Zungenbeinbogen.

Fig. 1. Medianer Längsschnitt. Camera lucida. Ventralwärts vom Schwanzdarm *S* erkennt man die Anlage der Allantois (vergl. Taf. XXV Fig. 1). — *M* Magen.

Fig. 2. Nahezu gleichaltriger Embryo.

Fig. 3. Das gesammte *Entoderm,* welches durchaus einschichtig, ist in seiner ganzen Entfaltung in den Umriss einer Keimblase mit blauer Farbe eingetragen. Der Körper des Embryos ist weggelassen. Der Raumersparniss wegen ist der Umriss der Keimblase zu klein angegeben (vergl. Tafel XXIII Fig. 2). Um eine richtige Vorstellung von der Gestalt des Kopf- und Rumpfamnion zu bekommen, denke man sich die Figuren 3 und 4 aufeinandergelegt.

Fig. 4. Die Ausbreitung des *Mesoderms* auf der Keimblasenwand, sowie das Rumpfamnion sind mit rother Farbe in eine Keimblase eingetragen. Körper des Embryos weggelassen. Umfang der Keimblase etwas zu klein gezeichnet (vergl. Tafel XXIII, Fig. 2).

Fig. 5—9. Querschnitte durch den Embryo Fig. 2.

Fig. 10. Kopfende des auf Tafel XXIII Fig. 5 abgebildeten Embryos, von unten gesehen. Camera lucida.

Fig. 11. Die *Lumina* des Oesophagus und der Lungenbläschen des Embryos Fig. 1. (Die Wandungen waren sehr dick).

Fig. 12—13. Chorion, aus der, dem Embryo gegenüber liegenden Wand der Keimblase; von der Fläche und im Durchschnitt.

Ueber die Querschnittsbilder der Rumpf- und Schwanzgegend des Embryos Fig. 2 vergleiche man die Abbildungen der vorigen Tafel.

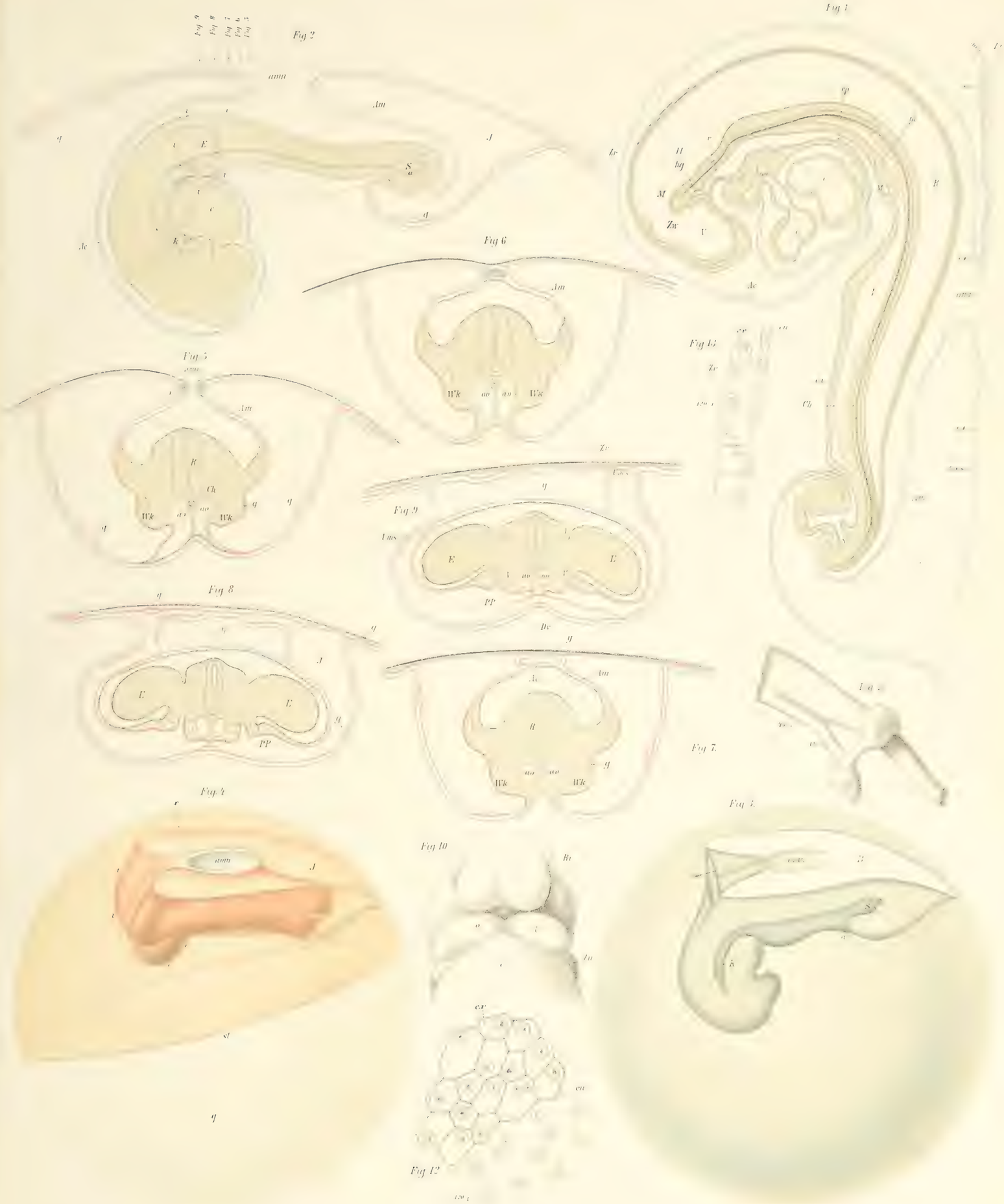


Fig 1
Fig 2
Fig 3
Fig 4
Fig 5
Fig 6
Fig 7
Fig 8
Fig 9
Fig 10
Fig 12
Fig 13

Tafel XXV.

Die Blutgefässe sind durch Rothdruck hervorgehoben.

Fig. 1. Längsschnitt durch einen 5 Tage alten Embryo (vergl. Tafel XXIII Fig. 1). Die Keimblasenwand ist nur in nächster Nähe des Embryos gezeichnet, im Uebrigen weggelassen. Der Schnitt fällt neben die Medianebene.

Ae Kopfamnion (Ekto- + Entoderm).
All Allantois.
Am Rumpfamnion (Ektoderm + Somatopleura).
amn Amnionhöhle.
ao Aorta.
Au Augenblase.
bl Blutgefässe.
c Herz.
c' Herzbeutel.
δ hintere Darmpforte.
en Entoderm.
ex Ektoderm.
Gh Gehörbläschen.
H Hinter- und Nachhirn.
h Hypophysis.
Hd Hirndach.
J Interamnionhöhle. Exocoelom (Coelom ausserhalb des Embryos).
k (innere) Kiementaschen.
M Mittelhirn.
oe Oesophagus.
Ph Rachensegel.
pl Lunge.
Rg Riechgrube.
R Rückenmark.
sto Mundbucht (Stomodaeum).
U Urnierenbläschen.
V Vorderhirn.
Vorn Vornierenrudiment.
Wd Wolff'scher Gang.
Z Granulosamembran.
Zw Zwischenhirn.

Ueber die Gaumentausche vergleiche man Tafel XXX Fig. 1—3.

Fig. 2. Längsschnitt durch einen 6 Tage alten Embryo (vergl. Tafel XXVI). Der Schnitt verläuft nicht in der Medianlinie. Der grösste Theil der Keimblasenwand ist weggelassen (vergl. den Holzschnitt C auf Seite 136).

All Allantois.
amn Amnionhöhle.
ao Dotterarterie.
B seröse Hülle (Ektoderm + Somatopleura).
b Mesodermgewebe.
c Herz.
Ch Gefässhof.
D Dottersackhöhle.
Di der durch die Allantois ausgebuchtete Theil des Dottersacks.
do Dotterarterie.
en Entoderm.
ex Ektoderm.
fa Verwachsungslamelle des Rumpf- mit dem Kopfamnion (Fig. 7).
G Gefässe.
H Hirnende.
hp Leber.
J Interamnionhöhle (Coelom).
o Mundöffnung.
Vom Dottervenen.
Wd Wolff'scher Gang.
Wk Urniere.
Z vordere Zwerchfellfalte.
Z' hintere.

η Ort wo Rumpf- und Kopfamnion zusammentreffen.

Fig. 3. Medianschnitt durch das Körperende eines Embryos von 6 Tagen.

a Allantoisarterie.
Ae Kopfamnion.
All Allantoiswand.
All' Eingang in den Urachus.
Am Rumpfamnion.
an Proktodaeum.
E Enddarm.
fa Verwachsungslamelle von *Ae* und *Am*.
Hbl Harnblase.
i Darmwand.
Ur Urachus.

Fig. 4. Allantoiswand des Embryo Fig. 2.

All Allantoishöhle.
en Entoderm.
ed Gefässendothel.
g Gefässdurchschnitt.
J Interamnionhöhle.
r Lücken im Mesoderm.
sM Splanchnopleura.
W isolirt liegende Mesodermzelle.

Fig. 5. Querschnitt durch den Hinterleib des Embryos Fig. 2. Unten rechts und links sind die zwei Dottervenen angeschnitten.

Ae Kopfamnion.
Sp Spinalganglion.
Wk Urniere.

Fig. 6. Querschnitt durch Hinterleib, Allantois und Dottersack des auf Tafel XXVI Fig. 4—5 abgebildeten Mikrocephalen.

Ae Kopfamnion.
All Allantoishöhle.
Am Rumpfamnion.
Art die beiden Allantoisarterien.
ao Aorta.
E hintere Extremität.
F Verlöthungsstelle von *Ae* u. *Am*.
G Allantoisgefässe.
i Darmschlinge.
J Interamnionhöhle.
V Venen.
Vom Dottervenen.

Fig. 7. Die Stelle *η* der Fig. 2 bei starker Vergrösserung (Bezeichnung abweichend von der obigen).

Ae Rumpfamnion.
Am Kopfamnion.
en Entoderm.
ex Mesoderm.
mes Ektoderm.

Figur 1 von Herrn Dr. von Kowalewski gezeichnet.

Fig. 3.
Fig. 1
Fig. 2.
Fig. 6.
Fig. 4.
Fig. 7
Fig. 5
Selenka del.

Tafel XXVI.

Alle Embryonen 6 Tage alt. Vergrösserung $^7/_1$. Die Gefässe des Dottersacks sind mit rother, diejenigen der Allantois mit schwarzer Farbe gedruckt.

All Allantois.
Am Kopfamnion.
ao Aorta, in den Sinus terminalis übergehend.
B, B (Fig. 1) abgeplattete Flächen des Chorion, welche mit den Chorien der benachbarten Keimblasen innig verwachsen waren.
Di der durch die vordringende Allantois ausgestülpte Theil des Dottersacks (vergl. Taf. XXV).
en Entoderm.
ex Ektoderm.
G Gefässhof.
I Interamnionhöhle des Rumpfamnion.
i hohler Stiel, mittels welchem der Embryo an der Keimblasenwand frei aufgehängt ist (vergl. pag. 130 u. f.).
m Mesoderm.
st sinus terminalis.
Vom Venae omphalo-mesentericae.
Z Zunge (Fig. 5).

Fig. 1. Die dem Beschauer zugekehrte Wand des Chorion ist herausgeschnitten. Die Gefässe des Dottersacks zeigten eine ganz auffallend geringe Entfaltung und eine ungewöhnliche Dicke; die Art der Gefässverzweigung, wie sie in Fig. 3 auf Tafel XXIII wiedergegeben ist, darf als die normale betrachtet werden, wie das Verhalten der meisten übrigen Embryonen beweist. Die Allantoisgefässe sind genau mit Hilfe der Camera eingetragen, die Dottersackgefässe nur zum Theil, so weit dies möglich war. Die Wandung des Chorion war im Bereiche des Gefässhofs schon gerunzelt, was in der Zeichnung nicht wiedergegeben ist.

Fig. 2. Ein anderer Embryo von der Seite gesehen; der grösste Theil des Chorion ist abgeschnitten. Dottersackgefässe etwas schematisch gehalten, Allantoisgefässe sorgfältig mit Hilfe der Camera gezeichnet. Das Kopfamnion hat sich bis zum Schwanz herab über den ganzen Körper ausgedehnt.

Fig. 3. Embryo mit ausnahmsweise eiförmiger Allantois. Der (in den übrigen Figuren die Allantois lose umkleidende) Dottersack ist bis auf einen Theil des Embryonalstiels abgeschnitten und entfernt, wodurch die Allantois freigelegt wurde.

Fig. 4. Gleichaltriger Microcephale, etwas verkrüppelt. Die Kleimblasenwand ist bis auf Gefässhof und nächste Umgebung entfernt. Die Keimblase war klein, lag eingepfercht zwischen anderen normalen Keimblasen. In dem abnorm kleinen Gefässhofe erkennt man vereinzelte dunkle Flecke p; an diesen Stellen sind sowohl die Ekto- wie Entodermzellen bedeutend vergrössert, ein Verhalten, welches bei anderen Keimblasen niemals beobachtet wurde. Allantois mit nur einigen spärlichen Gefässen.

Fig. 5. Derselbe Embryo von der Bauchseite.

Fig. 6. Vergrösserte Ekto- und Entodermzellen einer der Flecke p der Fig. 4.

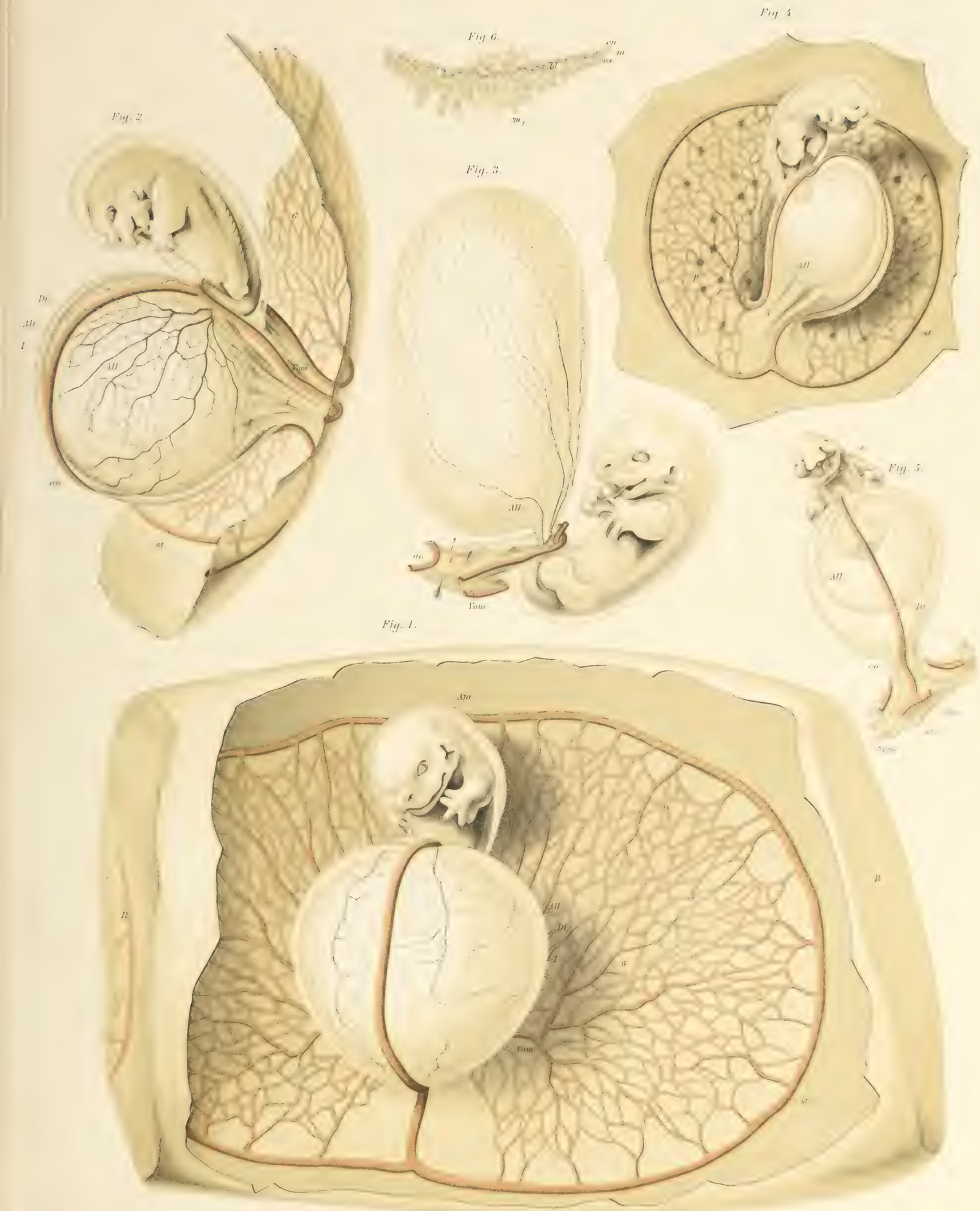


Fig. 2
Fig. 6.
Fig. 4
Fig. 3.
Fig. 5.
Fig. 1.
All
Vom
st
Am
B
G

Tafel XXVII.

Die Figuren 2, 4 und 6 sind circa 7 Mal vergrössert. In Figur 4 ist noch ein kleines Stück des Dottersackchorion erhalten, in den übrigen Figuren abgeschnitten (zur Orientirung vergleiche man die Holzschnitte im Text auf Seite 136).

a Auge.
Ae, Aem Kopfamnion.
All Allantois.
ao Dotterarterie (Fortsetzung der Aorta descendens).
B seröse Hülle (dreieckiges, gefässfreies Feld des Dottersackchorion).
Ch Dottersackchorion.
Di Dottersack.
i Haftstiel des Embryo.
J Interamnionhöhle (Exocoelom).
N Körpernabel.
r Verwachsungslamelle von *Ae* und *Am*.
R Riechgrube.
S Schnabelschild.
u verwachsener Mundspalt (der Mund wird noch weiter eingeengt (Taf. XXIX Fig. 1—2).
Vom Dottervenen.
x Schnittrand des Dottersacks.
y Verwachsungslinie von *Ae* und *Am*.
Z Zunge.

Arterien (venöses Blut führend) *blau*,
Venen (arterielles Blut führend) *roth*.

Fig. 1. Embryo von 6 Tagen. Von der Nische des Dottersacks ist ein Stückchen abgeschnitten (*x*), um die darunter gelegene Allantois zu zeigen.

Fig. 2. Embryo von $6^1/_2$ Tag. Der Mundspalt ist noch sehr weit.

Fig. 3. Schnitt durch das Schwanzende dieses Embryos.
S Schwanzende; *aom* Kopfamnionhöhle.

Fig. 4. Embryo von $7^1/_4$ Tag.

Fig. 5. Kopf eines Embryo von $7^1/_2$ Tag, von vorne, etwas stärker vergrössert.

Fig. 6. Embryo von $7^3/_4$ Tag. — Dottersacknische, Amnion und Haftstiel ⟿ sind abgeschnitten. Auf der Allantois ist schon die Verödung einzelner Gefässe, welche blind endigen, bemerkbar. Die Gefässe selbst erscheinen dünner als in früheren Stadien.

Fig. 7. Längsschnitt durch den Lungenflügel eines 6 Tage alten Embryos.
a, a' Gefässe.
br Bronchus.
cp Peritonealepithel.
ep Lungenepithel.
H Lungenhöhle.
Z Parenchymgewebe.

Fig. 4
Fig. 2
Fig. 5
Fig. 3.
Fig. 7
Fig. 6
Fig. 1
All
Vom
Ch
Ae
Di
ao
S
br
ep

Tafel XXVIII.

Alle Zeichnungen, mit Ausnahme der Figur 3, beziehen sich auf Embryonen von $7^3/_4$ Tagen, nebst zugehörigem Uterus. Blutgefässe *roth*.

Fig. 1. Aufgeschnittener Uterus, die Schnittränder auseinandergeklappt.

Der Complex der verwachsenen Keimblasenwände ist zum Theil herausgeschnitten, nur zwei derselben sind in situ geblieben, aber ebenfalls angeschnitten. Durch einen Schnitt ist der links gelegene Embryo von dem Dottersackchorion abgetrennt, man bemerkt noch den durchschnittenen Haftstiel; der Urachus ist durch den Embryonalkörper verdeckt. Die rechts gelegene Allantois zeigt eine zufällige konische Erhebung; der zugehörige Embryo ist verdeckt. — Das Chorion der beiden Keimblasen hat sich durch die Präparation grösstentheils schon abgehoben von dem Uterus; die Dottersacknische ist von der Allantois beider Keimblasen entfernt. Allantois-Gefässe schwarz.

All Allantois.
Ch Chorion.
E Embryo, vom Kopfamnion eingehüllt.
i gefässfreier Theil des Chorion (Schnittrand).
Q Dottersackhöhle.
S Scheidewand, durch Verwachsung zweier benachbarter Choria entstanden.
St sinus terminalis.
Ut die kryptenreiche Innenfläche des Uterus.
Uh Uteruslumen.

Fig. 2. Schnitt durch die Uteruswand, nebst dem Chorion einer Keimblase.

Ch Chorion.
D Uterindrüsen; die Mündungen derselben liegen theils in den Krypten, theils auf den Seiten oder Gipfeln der Kämme.
Di Dottersackhöhle.
G Gefässe.
l Lymphräume.
m Muscularis.

Fig. 3. Vier Uterindrüsen eines Uterus vom fünften Tage der Trächtigkeit.

Bezeichnung wie in der vorigen Figur. — *a* Uterusepithel.

Fig. 4. Querschnitt durch Gänge der Uterusdrüsen, bei stärkerer Vergrösserung, nebst den umliegenden Lymphräumen des Uterus.

B Bindegewebsbalken.
D Wandung der Uterusdrüse.
d Drüsenlumen.
G Arterie.
l Lymphräume.

Fig. 5. Schnitt durch das Dottersackchorion, nebst einer (rechts unten daneben gelegenen) Falte des Uterus.

a und *c* kleinere Ektodermzellen des Chorion, wie sie streckenweise vorkommen.
b seltene Form,
d typische, häufigste Form derselben.
Ch Dottersackchorion.
en Entoderm.
ex Ektoderm (Exochorion).
m Mesoderm.
ep Uterusepithel.
Ut Uterusfalte.
L Lymphräume.

Fig. 6. Schnitt durch das Dottersackchorion aus der Nähe der Dottervene.

Bezeichnung wie in Figur 5. — *ed* Gefässendothel.

Fig 1
Uh
Ut
Ch
E
S
All
St
Fig 6
ed
en
ex
m
Fig. 3
G
D
Fig. 5.
b
ex
a
m
Ch
L
B
Ut
ep
Fig. 2
Ch
Di
D
G
Fig 4.
l
B
G
d
D

Tafel XXIX.

Alle Figuren beziehen sich auf das Neugeborne (8 Tage nach Beginn der Furchung und 13 Tage nach der Begattung).

Fig. 1—2. Weibliches Beuteljunge, 7 Mal vergrössert.

Fig. 3. Medianer Längsschnitt durch ein männliches Beuteljunge.

a Schnittrichtung der Figur 4.
b Schnittrichtung der Figur 5.
bo Vorderhirn.
c Herz.
c' Herzbeutel.
ch Chordareste.
d Zwerchfell.
hy Hypophysis.
h Leber.
i Darmschlingen.
k Kloakenöffnung.
m Rückenmark.
n Nabel.
n' Nasenscheidewand.
oe Oesophagus.
pl Lunge.
r Rectum.
sh Schädelbasis.
st Sternum.
tr Luftröhre.
u Unterkiefer.
V Harnblase.
W knorplige Wirbelsäule.
Z Zunge.

Fig. 4. Querschnitt in der Richtung *a* der Figur 3.

c' Herzbeutel.
g Spinalganglion.
oe Oesophagus.
pl, *pl'* Lungenhöhlen.
r Rückenmarkskanal.
Rp Rippen.

Fig. 5. Querschnitt in der Richtung *b* der Figur 3.

i Darm.
N Urniere (Wolff'scher Körper).
n Urnierengänge.
R Rückenmark.
Wk Dauerniere (Metanephros).
Wg Wolff'scher Gang.
Vu Harnblase.

Fig. 6. Querschnitte,

Fig. 7. Längsansicht einer quergestreiften Muskelfaser.

c contractiles Rohr mit Querstreifung.
en Gefässendothel.
bl Blutkörperchen.
f nicht differenzirtes Plasma in der Axe.
k Muskelkerne.
r Kerne des Sarcolemma.
s Sarcolemma.

Fig. 8. Querschnitt durch zwei Urnierenkanälchen, bei stärkerer Vergrösserung.

bl Blutkörperchen.
en Gefässendothel.
n Lumen der Urnierenkanälchen.
p Tunica propria.

Fig. 9. Querschnitt in der Richtung *c* der Figur 3.

ep Epidermis.
k Knorpel.
N Nasenscheidewand.
o Mundhöhle.
g Gefässe.
S Papillen der Schnurrhaare.
n Riechhöhle.
i, *i''*, *st* Stenson'sche Gänge.
u Unterkiefer.
Z Zunge.

Fig. 10. Querschnitt in der Richtung *d* der Figur 3.

Bezeichnung wie in Figur 9.

Fig. 11. Papille eines Schnurrhaars, stärker vergrössert.

ep Epitrichialhaut.
p Papille.
c Basalzellen der Epidermis.
k abgeplattete Kerne der äusseren Zellenlage *a*.

Die Figuren 4—5, 9—11 sind von Herrn Dr. von Kowalewski mittels der Camera lucida gezeichnet worden.

Fig 9

Fig 3

Fig 10

Fig 11

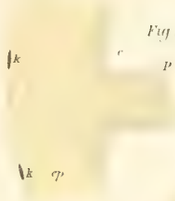


Fig 2

Fig 7

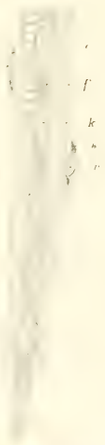


Fig 1

Fig 6

Fig 8

Fig 5

Fig 4

Tafel XXX.

Fig. 1—3. Vier verschiedene Gaumentaschen von 5 Tage alten Embryonen.

Fig. 1a. Medianschnitt des Kopfes, bei schwacher Vergrösserung.

a Ausführungsgang der Gaumentasche.
Ae Kopfamnion.
C Herz.
Ch Chorda, in der Sattellehne der Hirnbeuge verstreichend.
en Herzendothel.
G Gaumentasche.
H Gehirnwand.
h Hypophysentasche.
K Kieferbogen.
m Mundbucht.
oe Oesophagus.
R Rachensegel.
S Sattellehne der Hirnbeuge.
V Vorderhirn.

Fig. 1b. Längsschnitt durch das vordere Chordaende. Die Gaumentasche ist plastisch gezeichnet, die Umgebung als Schnitt.

a Eingang in die Chordatasche.
Ch Chorda.
g Gaumentasche.
H Hirnrinde.
h Bildungsstätte der Hypophysis.
i solider Fortsatz der Gaumendrüse.
K Kieferbogen.
M Mundhöhle.
oe Schlundhöhle.
R Rachensegel.
s Schlundepithel.
S Sattellehne.

Fig. 2. Zwei Gaumentaschen. — *i* solider Fortsatz.

Fig. 3. Längsschnitt bei starker Vergrösserung. — *a* Mündung in den Schlund; *d* Gerinnsel vor der Mündung.

Fig. A—F. Ideale mediane Längsschnitte durch den Vorderkörper des Opossum-Embryos, die Entstehung der Gaumentasche illustrirend.

Ch Chorda.
G Gaumentasche.
h Hypophysistasche.
H Hirn und Rückenmark.
i Darmrohr.
o Infundibulum.
p Primitivrinne (hintere Chordatasche).
r Rachensegel.

Die Chorda dorsalis ist durch eine dickere Linie hervorgehoben.

Fig. A. Die Chorda fusst hinten in (dem Kopffortsatze) der Primitivrinne, der übrige Theil ist in den Darmentoblast eingeschaltet.

Fig. B. Krümmung des vorderen Chordaendes durch die Hirnbeuge.

Fig. C. Das Vorderende der Chorda hakenförmig gebogen.

Fig. D. Vorderende der Chorda zeigt eine Höhlung (Gaumentasche).

Fig. E. Gaumentasche abgeschnürt.

Fig. F. Illustrirt die Lage der Gaumentasche, wenn man sich die Hirnbeuge aufgehoben, und die Hirnbasis gestreckt denkt.

Fig. 4. Auge eines 6 Tage alten Embryos.

ep Epidermis. *g* Gefäss. *l* Linse. *R* Retina.

Fig. 5—7. Querschnitte durch das Schwanzende eines 5 Tage alten Embryos, den Uebergang der Chorda in die Medullarplatten zeigend (vergl. Taf. XXIII Fig. 9).

Ch Chorda.
E Schwanzdarm.
M Medullarplatte.
Ms Mesodermgewebe (nicht gezeichnet).

Fig. 8. Beuteljunges, seit 4 Tagen geboren.

Fig. 1a.

Fig. 5

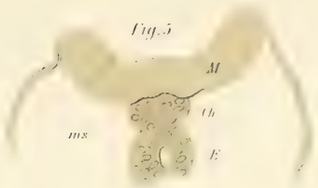


Fig. 6

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 1b.

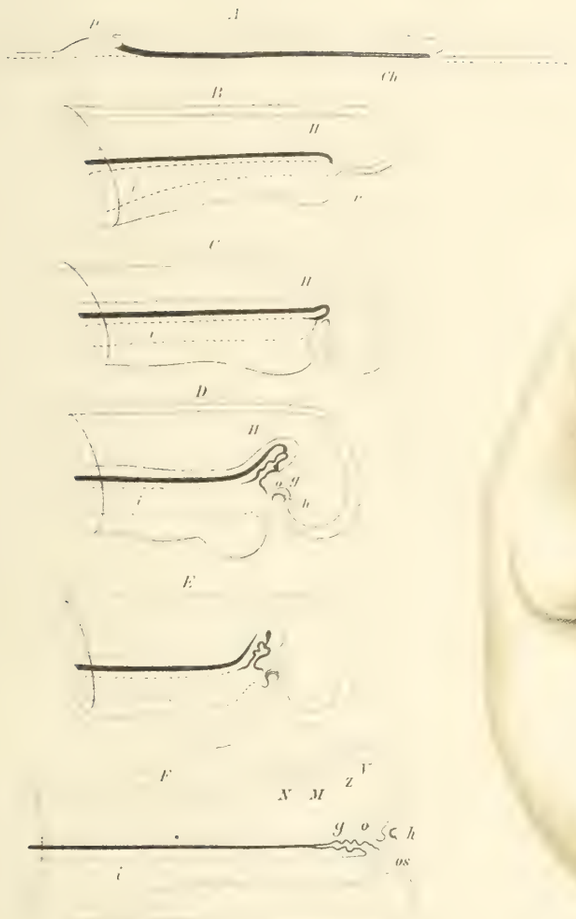


Fig. 7

Fig. 8

Fig. 4

Selenka del.

IN VORBEREITUNG BEFINDET SICH:

SELENKA, EMIL, STUDIEN ÜBER ENTWICKELUNGSGESCHICHTE DER THIERE.

FÜNFTES HEFT.

BEUTELFUCHS UND KÄNGURUHRATTE.

MIT 5 TAFELN.

BEREITS ERSCHIENEN SIND:

ERSTES HEFT.

DIE KEIMBLÄTTER UND PRIMITIV-ORGANE DER MAUS.

MIT 4 TAFELN IN FARBENDRUCK. — PREIS 12 MARK.

ZWEITES HEFT.

DIE KEIMBLÄTTER DER ECHINODERMEN.

MIT 6 TAFELN IN FARBENDRUCK. — PREIS 15 MARK.

DRITTES HEFT.

DIE BLÄTTER-UMKEHRUNG IM EI DER NAGETHIERE.

MIT 6 TAFELN IN FARBENDRUCK. — PREIS 15 MARK.

VIERTES HEFT.

ERSTE HÄLFTE.

DAS OPOSSUM
(DIDELPHYS VIRGINIANA).

MIT 9 TAFELN IN FARBENDRUCK. — PREIS 24 MARK.

C. W. KREIDEL'S VERLAG IN WIESBADEN.

DRUCK VON CARL RITTER IN WIESBADEN.

ERNST MAYR LIBRARY
3 2044 110 362 993

Date Due

APR 19 1969

~~JUN - 3 1969~~

~~AUG 19 1969~~

sent 16 july 76
due 2 weeks
after arrival